N° D'ORDRE :
26.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. F. MORVILLEZ,
Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.

1re THÈSE. — RECHERCHES SUR L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES ROSACÉES, DES CHRYSOBALANÉES ET DES LÉGUMINEUSES.

2e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 1919, devant la Commission d'Examen.

MM. BARROIS, *Président*,
MALAQUIN, RICOME, *Examinateurs*.

PARIS
GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
Quai des Grands-Augustins, 55

1919

D'ORDRE :
26.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. F. MORVILLEZ,
Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.

1re THÈSE. RECHERCHES SUR L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES ROSACÉES, DES CHRYSOBALANÉES ET DES LÉGUMINEUSES.

2e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le **1919, devant la Commission d'Examen.**

MM. BARROIS, *Président*,
MALAQUIN, RICOME, *Examinateurs.*

PARIS
GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
Quai des Grands-Augustins, 55

1919

UNIVERSITÉ DE LILLE.

FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE.

	MM.	
Doyen	DAMIEN	Physique générale.
Assesseur	N	
Doyen honoraire	DESMARTRES	Calcul différentiel et intégral.
Professeurs	HALLEZ	Anatomie et embryologie comparées.
	PETOT	Mécanique rationnelle et appliquée.
	BARROIS	Géologie et Minéralogie.
	SWYNGEDAUW	Physique et électricité industrielles.
	MALAQUIN	Zoologie générale et appliquée.
	RICOME	Botanique.
	N	Mathématiques générales.
	N	Chimie générale.
	N	Chimie appliquée.
	N	Botanique appliquée.
Professeurs adjoints	PELABON	Chimie générale.
	FOSSE	Chimie générale.
	OLLIVIER	Physique générale.
	PAILLOT	Physique (P. C. N.).
Maîtres de conférences	PASCAL	Chimie appliquée.
	CHAZY	Mathématiques.
	P. BERTRAND	Paléontologie houillère.
	DE LAPPARENT	Géologie.
	CHATELET	Mécanique.
	PRUVOST	(Chargé des fonctions de) Géologie et Minéralogie.
Secrétaire	BOURY	

39815 Paris. — Imp. GAUTHIER-VILLARS et Cie, quai des Grands-Augustins, 55.

A LA MÉMOIRE

DU

PROFESSEUR CHARLES-EUGÈNE BERTRAND,

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT.

RECHERCHES

SUR

L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE

DES ROSACÉES,

DES CHRYSOBALANÉES ET DES LÉGUMINEUSES.

INTRODUCTION.

Le choix et la délimitation de ce travail soulève une première question. La plupart des travaux d'Anatomie végétale portent sur tous les organes végétatifs d'une famille donnée, et constituent des monographies familiales faites à ce point de vue. Les autres, en plus petit nombre, ont pour objet un seul membre de la plante, les exemples étudiés étant pris dans les familles les plus diverses. Tels sont, en ce qui concerne la feuille, les travaux de MM. de Candolle, Petit, Lignier, Col, Bouygues. Le présent Mémoire ne rentre ni dans l'une, ni dans l'autre de ces catégories; il est nécessaire, pour qu'il en soit ainsi, de dire les conditions dans lesquelles il a été entrepris.

Les travaux généraux sur la structure de l'appareil conducteur des feuilles dont il vient d'être question soulèvent une foule de problèmes d'un intérêt théorique général, d'où me vint le désir de reprendre cette étude dans son ensemble. C'est dans cette intention que j'ai passé successivement en revue des feuilles appartenant aux différents groupes d'Angiospermes. De ce travail s'est dégagée

cette double constatation : 1° dans une famille donnée on trouve trois à quatre types d'appareil conducteur très différents; 2° ces différents types se retrouvent dans les autres familles. On peut conclure de là que l'étude approfondie de la feuille dans une famille ou un groupe de familles convenablement choisies serait suffisante, sinon pour résoudre l'ensemble du problème, du moins pour acquérir un certain nombre de notions d'une application plus générale, notamment pour montrer les relations qui existent entre les types de structure si différents dont nous constatons souvent la coexistence dans une même famille. L'étude de types multipliés et très voisins est susceptible d'expliquer des faits que l'étude d'exemples trop éloignés ne permet pas d'interpréter, parce que les formes intermédiaires qui les relient ont été négligées. D'autre part, en dehors de cette contribution à l'étude des questions de morphologie et d'anatomie générales, un tel travail fournit des éléments dont la Systématique tirera partie. Le groupe des familles qui a été envisagé ici forme un ensemble de types que l'on est d'accord pour considérer comme très voisins. D'autre part, ces différences entre les genres et les tribus sont assez importantes pour que l'on puisse espérer saisir des variations corrélatives importantes du système conducteur foliaire.

Ce travail a été commencé en 1911, dans le Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille, sous la direction du professeur Charles-Eugène Bertrand, mort depuis pendant l'invasion, et à la mémoire duquel ces recherches sont dédiées, comme un bien faible témoignage de reconnaissance. Le souvenir de C.-E. Bertrand est encore trop présent dans toutes les mémoires et trop vivace, d'ailleurs, pour qu'il soit nécessaire de rappeler ce que lui doivent ceux qui ont eu le privilège de travailler à ses côtés.

Interrompu par les événements tragiques de ces dernières années, ce travail a été repris, il y a un an et demi environ. C'est pour moi un devoir de remercier M. le professeur Guignard de sa bienveillance et des précieux conseils dont il m'a fait bénéficier depuis. Il m'est difficile de dire de quel réconfort me furent, dans mon isolement relatif, les encouragements d'un tel maître.

Au moment de la mise au point de ce Mémoire, M. Ricôme, professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille, m'a fourni

de très utiles indications, je lui en adresse l'expression de ma gratitude. Je ne saurais non plus oublier qu'auparavant, à côté de C.-E. Bertrand, il a exercé une action qui, pour être discrète, n'en était pas moins très réelle; sa vaste érudition scientifique venait compléter les idées si originales de celui-ci par un exposé impartial des théories en présence.

La plupart des échantillons de plantes rares qui ont servi de matériel à ces recherches proviennent de l'Herbier du Muséum; je dois beaucoup à la sympathie et aux conseils éclairés de M. le professeur Lecomte et à l'infatigable obligeance de M. Danguy, assistant au Muséum. Les Jardins botaniques de Lille, Lyon, Caen, Amiens, le Jardin des Plantes et le Jardin de l'Ecole supérieure de pharmacie de Paris, la villa Thuret, m'ont fourni de nombreux échantillons et il m'est impossible de remercier ici, comme je le voudrais, tous ceux qui m'ont fourni les éléments nécessaires à ce travail.

Avant d'aborder l'exposé de ces recherches, il est indispensable de dire comment se présentent, d'après les travaux antérieurs, les questions relatives à la structure des feuilles des Angiospermes en général, puis du groupe de familles qui nous intéresse en particulier.

L'ANATOMIE DE L'APPAREIL CONDUCTEUR DES FEUILLES CHEZ LES DICOTYLÉDONES.

Au lieu d'exposer les différents travaux sur l'appareil vasculaire des feuilles des Dicotylédones en en suivant l'ordre chronologique, nous passerons successivement en revue :

1° Les travaux descriptifs, qui constituent, en quelque sorte, les données précises des problèmes à résoudre et dont nous retiendrons surtout les définitions des différentes formes de l'appareil conducteur foliaire;

2° Les interprétations méthodiques, qui proposent des solutions à ces problèmes et nous présentent la feuille, soit comme une unité fondamentale, qui, par sa juxtaposition avec d'autres unités analogues, permettrait d'expliquer la structure de la tige, soit comme une unité dérivée de l'unité fondamentale qui serait constituée par la tige.

I. Travaux purement descriptifs.

C. de Candolle, dans son « Anatomie comparée des feuilles dans quelques familles de Dicotylédones » (1879), a réparti les différentes formes de l'appareil conducteur dans des catégories établies sur la remarque suivante : la majeure partie du système libéroligneux des feuilles est disposée, sur une section transversale, tantôt suivant un arc de cercle, tantôt suivant une courbe fermée. Dans ce dernier cas, nous pouvons distinguer deux régions : l'une, intérieure à cette courbe, la *moelle;* l'autre, extérieure, l'*écorce.* Des faisceaux supplémentaires peuvent exister tantôt dans l'écorce, tantôt dans la moelle, d'où la distinction de quatre sortes de feuilles :

1° Les feuilles à *système principal ouvert;*

2° Les feuilles à *système principal fermé;*

3° Les feuilles à système principal fermé comportant de plus des faisceaux situés dans la moelle : *feuilles à faisceaux intramédullaires;*

4° Les feuilles à système principal fermé possédant en outre des faisceaux situés dans l'écorce : *feuilles à faisceaux intracorticaux.*

Il est permis de critiquer cette terminologie qui préjuge de l'importance relative des différents éléments du système conducteur et qui exprime la pensée de l'auteur lorsqu'il déclare que « les faisceaux intracorticaux ou intramédullaires indiquent un *surcroît de développement* du système principal ». On doit reconnaître pourtant qu'elle présente une utilité pratique incontestable et permet, à de très rares exceptions près, de ranger une feuille donnée dans l'une ou l'autre de ces catégories.

C. de Candolle a donné de nombreux exemples de chacun de ces types de structure : les tableaux qu'il a publiés montrent que les différents genres d'une même famille, et, quelquefois, les différentes espèces d'un même genre, ne possèdent pas des feuilles du même type anatomique. L'auteur en arrive à conclure que les faisceaux médullaires et corticaux sont des modifications accidentelles; le caractère le plus important, et le plus constant pour une plante donnée, serait la structure ouverte ou fermée du système principal. Cependant, « il n'est pas rare que des genres caractérisés par des

feuilles à systèmes fermés comprennent quelques espèces microphylles dont les feuilles ne possèdent qu'un système ouvert » (1). Il existe cependant des cas où les deux extrémités de l'arc ouvert sont assez rapprochées l'une de l'autre pour qu'on soit tenté de les considérer comme un système fermé. « D'autres causes d'ambiguïté sont celles où les deux extrémités de l'arc ouvert sont reliées du côté de la face supérieure par une zone continue de fibres libériennes à parois épaisses. Cette zone remplace le ligneux proprement dit qui fait défaut sur une partie de la coupe. Les cas de ce genre forment sans doute la transition entre les systèmes ouverts et les systèmes fermés » (2).

Ce travail met donc en évidence les faits suivants :

1° Il existe un petit nombre de types de structure foliaire qui, sauf les exceptions, dont il a été parlé plus haut, sont nettement distincts;

2° On rencontre très fréquemment ces différents types dans la même famille;

3° Des plantes de familles différentes peuvent présenter des chaînes foliaires qui ont sensiblement la même allure.

M. Petit a repris la question (1887) en se limitant au pétiole. Il semble considérer cette région comme un organe spécial, ayant son individualité propre. Il est vrai que l'appareil conducteur s'y présente souvent sous une forme complexe parce que l'accroissement intercalaire qui lui a donné naissance *peut* se produire à l'endroit où la section foliaire présente son maximum de complication; mais ce fait n'est pas général et l'accroissement intercalaire se produit parfois à un niveau inférieur à celui où les faisceaux sortants s'unissent pour constituer l'appareil conducteur foliaire proprement dit.

M. Petit critique les catégories proposées par C. de Candolle. Il écarte notamment la distinction entre les systèmes ouverts et les systèmes fermés. Son principal argument est l'existence de types de transition entre ces deux termes extrêmes et la remarque de C. de Candolle lui-même, constatant que « peu de feuilles possèdent dans

---

(1) C. de Candolle, *Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones* (*Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXVI, 2e Partie, p. 449, *loc. cit.*).

(2) *Ibidem*, p. 430, *loc. cit.*

toute leur étendue un système principal fermé ». La même feuille serait classée dans les systèmes ouverts ou dans les systèmes fermés, selon que la section étudiée passerait à un niveau plus ou moins élevé. Mais M. Petit lui-même nous montre, dans son travail, la constance que présente, pour une espèces donnée, la section pratiquée à la base du limbe, il l'a désignée sous le nom de *caractéristique*. Il y a donc nécessité de préciser le niveau de la section étudiée et de comparer entre elles des sections équivalentes. C'est là une condition essentielle sur laquelle on ne saurait trop insister et que M. Petit a mise en lumière, mais à laquelle la classification de C. de Candolle peut parfaitement se plier. D'autre part, si le pétiole est une entité indépendante, comme le pense M. Petit, est-ce encore le pétiole qu'atteint cette section dite *caractéristique*? Les particularités ne sont-elles pas explicables par le voisinage du limbe et le mode d'émission des nervures? Il ne semble pas que M. Petit en aie cherché la solution de ce côté. La notion de *caractéristique* est, d'ailleurs, devenue classique; on la retrouve dans un grand nombre de Mémoires d'Anatomie. Celle d'*initiale* (coupe pratiquée à la base du pétiole) a été moins heureuse, ce qui s'explique par la complexité que présentent parfois les anastomoses entre les faisceaux sortant de la tige (1).

Par la comparaison de l'*initiale* et de la *caractéristique*, étudiées sous le rapport de la plus ou moins grande condensation des éléments, on aboutit à la classification suivante, que M. Petit propose de substituer à celle de C. de Candolle :

1° Les faisceaux présentent la même disposition à l'*initiale* et à la *caractéristique*.

α. Les faisceaux sont soudés.

β. Les faisceaux sont distincts.

2° Les faisceaux présentent des dispositions inverses à l'*initiale* et à la *caractéristique*.

α. Soudés à l'*initiale*, distincts à la *caractéristique*.

β. Distincts à l'*initiale*, soudés à la *caractéristique*.

Enfin tous les types qui ne rentrent pas dans ces diverses caté-

(1) Nous n'entendons pas dire qu'il faut négliger l'étude des relations entre l'appareil conducteur de la feuille et celui de la tige, mais au contraire que l'étude d'une unique section dite *initiale* est tout à fait impuissante dans la plupart des cas pour en donner une idée exacte.

gories sont placés, par l'auteur, sous la rubrique de *types complexes* qu'ils ne méritent pas toujours.

La soudure ou l'indépendance des faisceaux, comme l'auteur l'a d'ailleurs vu nettement, est liée au développement de l'appareil conducteur dans les autres parties de la plante : les types ligneux ont une chaîne foliaire continue, alors que chez les types herbacés les éléments de la chaîne foliaire sont distincts. Or on sait que, dans toutes les familles végétales, on rencontre des types herbacés et des types arborescents. Une répartition des feuilles basée sur ce caractère ne saurait donc avoir une grande valeur taxinomique. Quant au rapport entre l'aspect de l'*initiale* et celui de la *caractéristique*, sa valeur est encore plus artificielle. Les tableaux, auxquels cette méthode aboutit, réunissent dans une même catégorie les Polygonées, les Géraniacées, les Cucurbitacées, les Ombellifères et les Composées et éloignent les Papilionacées des Cœsalpiniées et les Rosacées, à la fois des Légumineuses et des Saxifragacées.

Si l'étude de sections isolées, pratiquées à la base et au sommet du pétiole, est souvent impuissante à nous donner de bonnes caractéristiques familiales, il reste la ressource d'étudier l'appareil conducteur à ses différents niveaux et de suivre le parcours de chacun des faisceaux. M. Petit a essayé de mettre en évidence, notamment chez les Rosacées, des caractères obtenus par cette méthode. Mais, étant données les limites qu'il s'est assignées, il ne nous renseigne pas sur la manière dont se comportent les différents éléments de l'appareil conducteur au moment de l'émission des nervures latérales, de sorte que la valeur de certaines formations, qui s'individualisent hâtivement et dont le rôle est de constituer une partie du système vasculaire des nervures latérales, échappe souvent à ses investigations.

M. Petit a recherché aussi s'il y avait des rapports entre l'aspect de la section foliaire et des caractères tels que la persistance des feuilles ou leur complexité morphologique. Voici quelques-unes de ses conclusions :

« 1° Au sujet des feuilles persistantes; dans certains cas le bois est plus développé que dans les feuilles caduques de la même famille ou du même genre [1].... Au contraire, dans d'autres feuilles persis-

---

[1] « Cela est évident si l'on compare les *Quercus Ilex* et *Suber* au *Q. pedun-*

tantes la partie ligneuse n'a guère plus d'importance que dans les feuilles caduques de la même famille (1). La disposition des faisceaux n'est pas influencée par la persistance des feuilles. Ainsi le trajet typique des Rosacées se retrouve aussi bien dans les feuilles persistantes du *Prunus laurocerasus*, du *Raphiolepis* ou du *Photinia serrulata* (2).

» 2° Le pétiole des feuilles composées ne présente pas un type particulier de système libéroligneux et ne se distingue pas de celui d'une feuille simple (3). »

Dans un travail plus récent (1889) intitulé *Nouvelles Recherches sur le pétiole des Phanérogames*, M. Petit a repris, entre autres, cette question de l'anatomie des feuilles composées. « Leur pétiole, dit-il, reproduit dans le pétiolule la même disposition que l'on rencontre à la *caractéristique*, avec le même nombre de faisceaux ou un nombre de faisceaux moindre (4). » L'auteur indique, sans pourtant y insister, que « lorsqu'il y a des faisceaux médullaires, ils prennent généralement part à la formation des organes libéroligneux du pétiolule (5) ».

Dans un chapitre intitulé *Organogénie*, M. Petit compare « l'*arrangement* du système libéroligneux de la coupe terminale aux différents âges de cet organe (6) ». Il conclut : « On trouve déjà dans les coupes terminales du pétiole qui n'ont pas atteint leur complet développement la disposition définitive du système libéroligneux (7) », mais il ne nous renseigne pas sur l'*ordre d'apparition* de ses éléments.

En 1897 et 1898, A. Chatin a publié dans le *Bulletin de la Société botanique de France* une série de tableaux où les Phanérogames sont réparties d'après le nombre des faisceaux que la feuille renferme (8).

---

culata, l'*Olea angustifolia* et *latifolia* aux autres Oleinées. On trouve dans ces dernières plantes des fibres sclereuses alors que les autres en sont dépourvues. » (L. Petit, *Le petiole*, p. 170, *loc. cit.*).

(1) *Aucuba japonica*. *Hoya carnosa* (L. Petit, *Le pétiole*, p. 170, *loc. cit.*).

(2) L. Petit, *Le petiole*, p. 173, *loc. cit.*

(3) L. Petit, *Le pétiole*, p. 173, *loc. cit.*

(4) L. Petit, *Nouvelles recherches sur le pétiole*, p. 40, *loc. cit.*

(5) *Ibid.*, p. 41, *loc. cit.*

(6) *Ibid.*, p. 32, *loc. cit.*

(7) *Ibid.*, p. 33, *loc. cit.*

(8) Nous ne pouvons que mentionner ici les recherches de Pierre, distinguant les types *monoxylés*, *dixyles*, *trixyles*, en se basant sur le nombre des faisceaux

L'impression qui se dégage de ces divers travaux, dans lesquels la feuille a été étudiée en elle-même, indépendamment des autres parties de la plante, est que nous nous trouvons en présence de types de structure très dissemblables n'obéissant à aucune règle commune. Existe-t-il des relations entre ces divers types et parmi eux quel est le plus primitif? Quelle est la valeur de la feuille en général par rapport aux autres membres de la plante? Est-elle l'unité morphologique fondamentale et la tige n'est-elle que le résultat de la coalescence d'un ensemble de systèmes foliaires, ou bien la feuille n'est-elle qu'une unité dérivée provenant de la transformation de certaines tiges? Suivant que l'on adopte l'une ou l'autre de ces théories, la méthode employée pour exposer l'anatomie de la feuille sera différente. Si l'unité morphologique est la feuille, c'est-à-dire l'appendice, il est logique de prendre comme point de départ les chaînes foliaires constituées par un arc libéro-ligneux ouvert, qui présentent simplement l'allure d'un secteur de tige. Si, au contraire, la feuille n'est qu'une tige transformée, les chaînes qui présentent le moins effacés les caractères d'axes devront être étudiées d'abord.

II. — La Feuille considérée comme membre fondamental de la plante.

Nous ne ferons pas ici l'exposé détaillé de la théorie phytonienne, nous prierons le lecteur de se reporter sur ce point à l'excellent historique qu'en a donné M. Col. Nous rappelons seulement que cette théorie présente la plante comme formée par la juxtaposition d'un certain nombre d'unités élémentaires ou *phytons* correspondant à une portion de feuille, une portion de tige, une portion de racine. Elle est, pour les botanistes, ce que la théorie des colonies animales est pour les zoologues. Les erreurs matérielles et les exagérations de ses premiers protagonistes amenèrent son discrédit. Elle ne parut acceptable que modifiée par Lignier sous le nom de *théorie du mériphyte*. Par ses longs et minutieux travaux sur l'anatomie des Myrtacées, des Lécythidacées et des familles voisines,

---

foliaires, car la mort ne lui a pas laissé le temps de publier un travail d'ensemble à ce sujet.

plantes qui présentent souvent dans la tige et dans la feuille des anomalies déconcertantes, Lignier était bien préparé à donner, du système vasculaire des Phanérogames, une théorie suffisamment compréhensive pour en expliquer les structures les plus singulières.

L'idée directrice de la théorie de Lignier est que, « sans nier l'individualité de la tige comme région anatomique, son système libéroligneux primaire est *entièrement formé par les traces descendues des feuilles* ». Le *mériphyte* est l'ensemble des tissus vasculaires de la feuille et des faisceaux qui en sont le prolongement dans la tige. Il constitue l'unité fondamentale du système vasculaire : sa connaissance est indispensable à l'anatomie, non seulement de la feuille, mais de la tige. « Il y a lieu, dit en effet Lignier, de remarquer que chez les Lécythidacées dont la symétrie spiralée varie suivant le cycle, le genre et les espèces, l'*allure générale des traces est la même dans tous les genres*, alors que les rapports entre ces traces sont au contraire extrêmement variables, même parfois le long d'un rameau. »

Dans une Note intitulée : « De la forme du système libéroligneux foliaire chez les Phanérogames » (1888), Lignier a résumé sa conception des variations que présente le mériphyte. Il considère, songeant évidemment aux Conifères, que le cas le plus simple est celui où le mériphyte ne se compose que d'un faisceau. Un premier mode de complication résulte de l'élargissement de ce faisceau, puis de son fractionnement en faisceaux distincts, groupés d'abord suivant un arc unique; parmi ces faisceaux, les uns, plus importants, sont désignés sous le nom de *principaux*, les autres recevant le nom de *surnuméraires*. Un deuxième mode de complication résultera des plissements que peut subir un tel système et qui pourront amener certains cordons vers la face supérieure ou vers la face inférieure, ou en même temps vers les deux faces. Ces divers faisceaux supérieurs et inférieurs peuvent être distribués par suite de plissements secondaires ou tertiaires suivant des arcs successifs à peu près concentriques. Lignier montre que ces plissements peuvent expliquer une foule de particularités des feuilles et des tiges (faisceaux concentriques, faisceaux bicollatéraux); enfin l'arc principal peut être fortement convexe; dans le cas extrême, la constitution dans la feuille d'une couronne libéroligneuse à peu près circulaire résulterait, d'après Lignier, de la jonction des *bords libres* de l'arc vas-

culaire; par suite, les faisceaux surnuméraires intérieurs deviennent médullaires et les faisceaux surnuméraires extérieurs deviennent corticaux.

Lignier conclut que la façon dont se produisent ces variations et la complication de la trace peuvent servir de caractéristique familiale et que l'intensité de la complication n'a le plus souvent; en vue de la Systématique, qu'une importance beaucoup plus faible.

Ajoutons que Lignier ne suit pas seulement ces plissements sur des séries successives de coupes pratiquées dans une feuille adulte, mais qu'il en a signalé la formation progressive sur des organes d'âge différent : « Chez les Mélastomacées, au niveau du pétiole d'une feuille très jeune (il en est encore de même à la base du limbe), le tissu procambial, d'abord représenté par une gouttière étroite continue, s'accroîtra progressivement sur ses bords. Ultérieurement :

» 1° Cette gouttière procambiale s'épaissit suivant certaines lignes pour former des cordons procambiaux : entre eux, elle se transforme en tissu conjonctif et finalement les cordons procambiaux se trouvent complètement isolés les uns des autres.

» 2° De très bonne heure l'accroissement intercalaire transversal reporte les cordons procambiaux en arrière de leur position primitive, les éloignant par suite de la face antérieure du pétiole sans que du reste les régions intercalaires de la gouttière les suivent. Il en résulte un plissement longitudinal de la gouttière procambiale, plissement dont les régions interfasciculaires forment les plis antérieurs » (1).

Lignier n'a malheureusement pas posé des règles générales et précises sur le mode d'émission des nervures ni sur l'existence de régions homologues; il ne distingue pas, dans les plissements qu'il a étudiés, ceux qui sont liés à l'émission des nervures latérales de ceux qui sont simplement en relation avec un surcroît de développement des éléments conducteurs.

M. Col, tout en adoptant les idées essentielles de Lignier, les corrige et les complète heureusement. Il étudie la formation des plis de haut en bas de la feuille. Comme Lignier, dans les travaux dont nous

(1) Lignier. *Titres et travaux scientifiques*. Laval, 1914, p. 50, *loc. cit.*

venons de parler, il considère « la feuille, en quelque sorte, comme un secteur de tige; son système conducteur doit être normalement formé d'un arc libéroligneux continu ou divisé en faisceaux » (1). Il étudie, avec un soin minutieux, le résultat des additions successives de nervures (ce qui revient à en étudier les règles d'émission). Il donne des chaînes en anneau fermé une tout autre interprétation que Lignier, interprétation beaucoup plus conforme aux faits et à la logique de la théorie et qu'il résume ainsi : « Toutes les fois que, dans une partie ou la totalité du pétiole et des nervures, le système conducteur formera un cercle, *les faisceaux de l'arc supérieur seront des faisceaux anormalement placés*, et de fait, ils sont comparables à des faisceaux médullaires, ils prennent part à la formation des nervures plus petites qui ont la forme d'un arc normal (2). » Pour M. Col, faisceaux corticaux, médullaires et faisceaux de la région supérieure des feuilles sont en effet des faisceaux *anormalement placés* qui, plus haut, reviennent en position normale, c'est-à-dire se disposent suivant un arc ouvert.

M. Col ne considère pas pourtant les chaînes en arc ouvert dépourvues de faisceaux anormaux comme primitives. Il s'est évidemment rendu compte que ce caractère est corrélatif d'un type de structure plus évolué. L'explication qu'il donne de l'existence de faisceaux anormaux chez les Phanérogames les plus simples, et de leur disparition chez les types que l'on considère comme les plus élevés, est extrêmement séduisante, bien qu'il en souligne le caractère hypothétique. « La structure histologique des tissus conducteurs ne leur permet pas une condensation suffisante pour se placer sur un seul cercle. Le bois se condense plus facilement que le liber en un petit faisceau.... Le liber est moins capable de se condenser, de sorte que si l'on considère deux faisceaux à leur jonction tout se passe comme si le bois occupait moins de place que le liber.... Il serait intéressant de vérifier cette hypothèse en recherchant si la condensation des faisceaux en un arc de cercle n'est pas en rapport avec une *structure plus perfectionnée* du tissu criblé et du tissu ligneux vasculaire, structure qui permettrait aux faisceaux voisins de se

---

(1) A. Col, *Faisceaux médullaires et surnuméraires*, in *Journal de Botanique*, 16e année, p. 237, *loc. cit.*

(2) *Ibidem*.

condenser en un seul faisceau de plus petit volume jouant le même rôle » (1).

En 1902, M. Bouygues attire l'attention sur l'ordre d'apparition des divers éléments de la chaîne foliaire, il montre que la partie antérieure de la chaîne se forme plus récemment que la partie postérieure; il va jusqu'à affirmer que cette région est d'origine toute différente. On sait, les travaux de M. Bonnier et ceux de M. Flot l'ont souligné, que la feuille provient du fonctionnement de trois séries d'initiales : des initiales épidermiques, des initiales corticales et des initiales plus profondes qui fournissent essentiellement les éléments vasculaires et dont le résidu constituerait la moelle. Pour M. Bouygues, la partie antérieure de la chaîne qu'il a appelée *plage de fermeture* serait une exception à cette loi, elle proviendrait de la différenciation du méristème cortical, alors que la partie postérieure de la chaîne proviendrait des initiales normales du système vasculaire.

Il est impossible de concilier la notion de l'origine corticale de l'arc antérieur avec les faits mis en évidence par M. Col qui a montré que les faisceaux revenaient tous prendre place dans l'arc postérieur au sommet de la feuille, c'est-à-dire au voisinage de son point de végétation (2).

Quelles que soient les divergences de vue qui séparent ces deux auteurs, ils considèrent, tous deux, la partie postérieure de la feuille comme en étant la partie essentielle, l'arc antérieur étant constitué pour l'un (M. Col) par des faisceaux anormalement placés sur un espace plus ou moins long, pour l'autre, par des faisceaux provenant d'un tout autre méristème.

III. — La Feuille considérée comme un axe transformé.

C. de Candolle, dès 1868, dans sa *Théorie de la Feuille*, présente cet organe comme une tige dont le point de végétation aurait été de bonne heure frappé de stérilité dans son secteur antérieur, puis dont la croissance se serait arrêtée donnant naissance à un organe

---

(1) A. Col, *Sur la disposition des faisceaux dans la tige et les feuilles de quelques Dicotylédones*, p. 275, *loc. cit.*

(2) D'où la controverse qui s'engagea entre ces deux auteurs.

de taille limitée. Les faisceaux considérés comme anormaux (faisceaux corticaux, etc.), représenteraient les appendices ou les ramifications de cette tige. L'unité morphologique ne serait donc plus la feuille, mais la saillie primordiale et le faisceau correspondant. Les feuilles peltées qui possèdent généralement un système libéroligneux circulaire seraient les plus primitives, elles ne se différencieraient des tiges que par la durée limitée de l'activité de leur point de végétation. Il serait facile de suivre l'atténuation progressive de la région antérieure dans des séries de types convenablement choisis: on trouve, même chez les feuilles pennées, beaucoup d'exemples où cette ramification antérieure est encore représentée par un bourrelet plus ou moins perceptible. C. de Candolle souligne l'existence de *régions nodales* dans les feuilles et propose de donner le nom de *mériphylle* à la portion de feuille comprise entre deux régions nodales successives. Les feuilles *monomères*, *dimères*, *trimères* .... *polymères* sont celles qui possèdent un, deux, trois, ..., plusieurs *mériphylles*.

L'auteur indique que la démonstration de l'identité d'une feuille et d'une tige sera faite quand on aura montré « que les faisceaux de deux parties foliaires nées l'une sur l'autre sont disposés entre eux de la même manière que ceux de la feuille primordiale et du rameau sont disposés entre eux » (1), autrement dit lorsqu'on aura démontré que le parcours des faisceaux de la tige au rachis principal de la feuille est le même que le parcours des faisceaux du rachis principal aux rachis secondaires. C. de Candolle ne donne d'ailleurs aucun commencement de démonstration pour prouver l'existence de cette identité, mais il indique la direction suivant laquelle les recherches doivent être conduites dans cet ordre d'idées.

Cette théorie ne semble pas avoir joui d'une grande faveur: quelles sont les raisons de cet insuccès? Est-ce la confusion qu'elle crée entre le terme de feuille au sens où on l'entend généralement et ce que M. de Candolle appelle la *feuille primordiale*, c'est-à-dire « la saillie embryologique et le faisceau correspondant »? N'est-ce pas plutôt le développement hasardé de cette théorie qui a entraîné le rejet total de toutes les notions qu'elle comportait? Citons, parmi les exagérations de cette théorie : l'homologation des systèmes

(1) C. DE CANDOLLE. *Théorie de la feuille*, p. 6. *loc. cit.*

corticaux à des rameaux distincts ou à des vestiges d'étamines (chez les Amentales), la feuille n'étant plus seulement un rameau transformé mais un cladode de rameaux; l'hypothèse qui présente le système médullaire comme correspondant à des feuilles insérées *en dedans* du système essentiel.

Pendant les années qui suivirent, l'effort des anatomistes, comme Van Tieghem (1869) et C.-E. Bertrand (1881), fut de préciser les définitions des différents organes. Les travaux de Trecul pendant cette période apparurent plutôt comme une réaction contre cette tendance que comme une synthèse de faits destinés à donner une explication générale des caractères anatomiques. Ses conceptions se rapprochaient beaucoup de celles de M. de Candolle, il écrivait : « Ne serait-il pas plus naturel de tout rapporter à la tige qui est l'organe fondamental que de tout rapporter à la feuille qui n'est qu'une des formes particulières de la ramification, destinée à remplir des fonctions différentes? » (1) Vers la même époque, M. J. de Lanessan a signalé un certain nombre d'exemples de feuilles où les définitions posées par Van Tieghem paraissent en défaut et qui semblent présenter des caractères propres aux tiges.

On n'a pas cherché, chez les Phanérogames actuelles, d'autres faits susceptibles de confirmer l'hypothèse de l'origine axiale des feuilles. Mais les paléobotanistes ont constaté l'existence d'organes formant transition entre les feuilles et les tiges et présentant, en dehors d'une surface de symétrie prédominante, une autre surface de symétrie perpendiculaire à celle-ci. Ces organes portaient quatre files d'appendices de deuxième ordre; ces appendices présentaient parfois eux-mêmes une structure analogue (*Stauropteris oldhamia*), de sorte que l'ensemble avait l'allure d'un buisson assez touffu dont l'aspect n'avait aucun rapport avec celui des feuilles des plantes actuelles. Cependant, dans des ramifications d'ordre plus ou moins élevé, il ne subsiste plus qu'une surface de symétrie. On suit donc l'établissement progressif des caractères d'appendice dans un organe présentant primitivement des caractères d'axe à sa région inférieure. Tels sont les résultats des travaux de Potonié, Tansley, Paul Bertrand. S'appuyant sur ces faits, Lignier, dans ses derniers

---

(1) Trecul, *Observations sur la nature des différentes parties de la fleur* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXII, p. 649, *loc. cit.*).

travaux (1910-1911), a proposé une explication de la feuille qui renferme des idées toutes différentes de celles que comportait sa notion primitive de *mériphyte*, mais qu'il a pourtant essayé de concilier avec celle-ci. Cette explication dépend d'une théorie générale sur l'évolution morphologique des plantes dont voici les grands traits :

Les feuilles primitives, dépourvues d'appareil conducteur ou pourvues d'un appareil conducteur très réduit, sont celles dont les Hépatiques et les Lycopodiacées nous donnent des exemples; elles ne sont pas homologues des feuilles des plantes supérieures. Ces dernières se sont différenciées aux dépens de branches dichotomes analogues à celles des tiges des Cryptogames vasculaires et présentant comme elles une symétrie rayonnée. Lignier a désigné cette unité élémentaire sous le nom de *cauloïde*. De haut en bas, les cauloïdes se fusionnent en cauloïdes de plus en plus volumineux, mais il arrive aussi qu'ils restent indépendants et s'agencent à leur tour suivant un cercle, formant des cladodes de cauloïdes, réunis dans un parenchyme commun.

Dans la série végétale, cet appareil conducteur s'est différencié de la manière suivante : d'une part, les différents cauloïdes sont devenus symétriques par rapport à un plan; d'autre part, le cercle suivant lequel ils sont disposés s'entr'ouvre vis-à-vis de la face supérieure de la feuille et se transforme en un arc simple ou plissé, symétrique par rapport à un plan. « La transformation de la symétrie axiale en une symétrie bilatérale s'étendit des parties supérieures du mériphyte vers ses parties inférieures, atteignant finalement la tige elle-même » (1).

Les exemples qu'a cités Lignier sont empruntés aux plantes anciennes, notamment aux Zygoptéridées; à ses yeux, était-ce là seulement que l'on pouvait mettre en évidence la symétrie axiale primitive des feuilles? pensait-il que les plantes actuelles en gardent encore les traces? Ses travaux interrompus par une mort prématurée ne permettent pas de répondre à ces questions.

Étant donnés les travaux que nous venons d'analyser, nous pou-

---

(1) O. Lignier, *Organisation progressive des faisceaux dans le mériphyte des Phyllinées*, in *Bull. Soc. Bot. de France*, t. LVIII, p. 99, *loc. cit.*

vons résumer ainsi les divers problèmes relatifs à la structure des feuilles :

1° Quelles relations existe-t-il entre les formes si diverses de l'appareil conducteur : chaînes ouvertes, chaînes fermées, chaînes à faisceaux corticaux, chaînes à faisceaux médullaires ?

2° Quelle est la valeur des notions de : système essentiel, systèmes accessoires, faisceaux surnuméraires, méristème cortical, qui donnent l'impression que les chaînes foliaires sont constituées par des catégories d'éléments tout différents les uns des autres ?

3° Existe-t-il, au point de vue anatomique, des régions homologues dans les diverses catégories de feuilles ?

4° Peut-on mettre en évidence une symétrie axiale chez certaines feuilles appartenant à des types possédant, par ailleurs, des caractères primitifs ?

5° Les caractères de l'appareil conducteur sont-ils liés à ceux de la morphologie de la feuille ?

6° Sont-ils corrélatifs de certains caractères tirés de l'appareil reproducteur ?

Pour résoudre ces questions, ou du moins pour contribuer à leur solution, nous avons étudié la *totalité* de l'appareil conducteur foliaire des types choisis en suivant le parcours de leurs masses vasculaires de la base au sommet de la feuille.

L'étude du groupe de familles que nous avons envisagé nous a paru particulièrement favorable parce que nous y rencontrons les types les plus variés de chaînes foliaires. La structure de la fleur présente, d'un genre à l'autre, des variations étendues; il nous sera possible d'étudier dans quelle mesure celles-ci sont liées aux divers aspects des chaînes foliaires.

TRAVAUX RELATIFS A L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES ROSACÉES ET DES LÉGUMINEUSES.

M. R. Gérard, dans une Thèse d'agrégation (1884) consacrée à « l'Anatomie végétale appliquée à la classification », a choisi ses exemples dans la tribu des *Pomacées* et figuré les sections transversales du pétiole des genres *Sorbus*, *Raphiolepis*, *Eriobotrya*.

Dans son travail sur « le Pétiole des Dicotylédones au point de

vue de l'Anatomie comparée et la Taxinomie ». M. L. Petit a étudié un certain nombre de feuilles de *Rosacées* (1887). Laissant de côté les types à structure un peu particulière, tels que les *Spirées* de la section *Aruncus*, le genre *Eriobotrya* et les *Chrysobalanées*, il est arrivé à donner un parcours type des faisceaux du pétiole chez les Rosacées.

Ce parcours serait ainsi caractérisé : des trois faisceaux venant de la tige, les deux latéraux se divisent en deux, d'où cinq faisceaux : le médian primitif flanqué à droite et à gauche de deux faisceaux. Les faisceaux situés à droite et à gauche du médian s'unissent à lui, les deux autres restent indépendants. Chez d'autres Rosacées, le parcours serait identique, mais chacun des deux faisceaux latéraux émettrait en avant un faisceau plus petit. M. Petit s'est occupé simplement de la formation de la chaîne foliaire à partir des trois faisceaux venus de la tige. Les bornes mêmes qu'il s'était assignées, en se limitant au pétiole, laissaient en dehors de ses investigations l'étude des processus d'émission des nervures latérales, aussi lorsque, chemin faisant, il rencontre des massifs libéroligneux qui correspondent simplement, comme chez le *Sorbus Aucuparia*, à l'amorce de sorties, ces productions demeurent inexpliquées.

Chez les *Légumineuses*, la disposition du système libéroligneux est très variable d'après M. Petit. Cet auteur s'efforce de trouver des analogies entre le parcours des faisceaux des feuilles des *Rosacées* et celui des *Légumineuses* herbacées (dont il ne diffère, d'après lui, que par l'inclinaison plus ou moins grande d'une branche anastomotique). Il décrit, de plus, un type foliaire particulier pour les *Légumineuses* arborescentes, dont il ne précise pas autrement les relations avec les types foliaires des *Légumineuses* herbacées. Il rattache au type des *Légumineuses* arborescentes du groupe des *Papilionacées* celui des *Cœsalpiniées* et celui des *Mimosées*. Il constate l'analogie de la section transversale de la feuille d'une *Papilionacée*, le *Toluifera balsamum*, avec celle d'une *Cœsalpiniée*, le *Cercis siliquastrum*, mais il ne note pas les différences qui existent à la base du pétiole entre ces deux types. En revanche, il signale chez le *Ceratonia siliqua* la formation de deux boucles homologues des faisceaux antérieurs de la plupart des autres Légumineuses. Il décrit soigneusement le parcours des faisceaux du *Bauhinia racemosa*, il y signale un système interne dont il ne précise pas la valeur. En résumé, M. Petit décrit plus de trente chaînes foliaires et met en évidence

dans ces chaînes un certain nombre de régions homologues, mais l'impression qui se dégage de ce chapitre est bien celle que l'auteur exprime en ces termes : « La disposition du système libéroligneux est très variable (1).... Le système libéroligneux du *Cercis siliquastrum* offre une disposition très curieuse et tout à fait spéciale à cette plante, il en est de même pour le *Bauhinia racemosa* (2). » D'ailleurs, dans les conclusions générales de ce Mémoire, et dans le tableau où l'auteur classe les différents types d'appareil conducteur foliaire, les diverses *Légumineuses* sont réparties dans des catégories très distinctes et distinctes aussi des *Rosacées*. D'autre part, aux yeux de M. Petit, les *Saxifragacées*, que leur organisation florale rapproche fort des *Rosacées*, « ne présentent, dans le pétiole, que des différences (3) » avec cette famille.

Dans un travail plus récent (1889), intitulé : « Nouvelles recherches sur le pétiole des *Phanérogames* », M. Petit, après avoir étudié l'appareil conducteur foliaire de la *Spiræa opulifolia*, de diverses *Neuradées*, décrit un certain nombre de Chrysobalanées. Il constate que la chaîne foliaire du *Moquilea guyanensis* est constituée par « un anneau libéroligneux, avec un faisceau intramédullaire avec bois supérieur », que celle du *Couepia rivularis* présente l'aspect d'un ∪ dont les extrémités sont recourbées en dedans; enfin que chez le *Licania pallida* et le *Chrysobalanus Icaco*, les extrémités de la chaîne s'unissent bout à bout sans s'infléchir vers l'intérieur. Il conclut qu'il existe, « relativement aux parcours des faisceaux, de grandes différences entre les *Chrysobalanées* et les autres tribus de *Rosacées* et qu'elles peuvent être invoquées par les auteurs qui, à l'exemple de Drude, font des Chrysobalanées une famille distincte ». En ce qui concerne les Légumineuses, les quelques renseignements nouveaux publiés par M. Petit n'ajoutent rien aux résultats exprimés dans sa thèse.

En 1887, M. Fritsch avait publié une étude anatomique du genre *Rubus* où est signalée l'existence de faisceaux médullaires au niveau de l'émission des ramifications latérales. Une étude de M. Protits (1891), sur l'Anatomie des types *Kerria*, *Spiræa*, *Poten-*

---

(1) L. Petit, *Le pétiole des Dicotylédones*, p. 70. *loc. cit.*
(2) *Ibid.*, p. 71, *loc. cit.*
(3) *Ibid.*, p. 104. *loc. cit.*

tilla, ne renferme que peu de renseignements sur l'appareil conducteur des feuilles.

M. Küster (1897), dans son étude anatomique des Chrysobalanées, ne donne aucun détail sur leur appareil libéroligneux.

M. Bouyges (1902) a signalé la présence de « faisceaux concentriques » chez un certain nombre de Rosacées et de Légumineuses; il s'est efforcé d'établir leurs analogies avec les *stèles* décrites par Van Tieghem et Douliot chez les Auricules et les Gunnères.

Dans ses « Recherches sur la disposition des faisceaux dans la Tige et les Feuilles de quelques Dicotylédones » (1904), M. Col n'étudie pas d'exemples de Rosacées, mais passe en revue quelques Légumineuses, il signale notamment l'existence de faisceaux médullaires chez l'Albizzia (Acacia) Lophanta et l'Albizzia Mollugo.

ORIENTATION ET TERMINOLOGIE.

Nous désignons les régions de la feuille (antérieure, postérieure, droite et gauche) comme le ferait un observateur situé dans la feuille, la tête placée vers la région supérieure de cet organe (et regardant le sommet de la tige). La face supérieure est donc la face antérieure; la face inférieure, la face postérieure.

En ce qui concerne les ramifications latérales de la feuille, nous désignons sous le nom de *côté interne*, le côté le plus rapproché de la nervure ou du rachis principal, de *côté externe*, le côté opposé.

Nous employons le terme de *mériphylle* dans le sens où C. de Candolle l'a employé pour désigner l'intervalle compris entre l'émission de deux grosses nervures ou de deux rachis. Le mériphylle est, pour la feuille ce que l'entre-nœud est pour la tige.

NOTATIONS EMPLOYÉES POUR LES FIGURES.

md, *mg*, régions marginales droite et gauche.
ped, *peg*. plis externes droit et gauche.
pid, *pig*, plis internes droit et gauche.
ad, *ag*, faisceaux antérieurs droit et gauche.
P, arc postérieur.
mp, faisceau médian postérieur.
lpd, *lpg* faisceaux latéropostérieurs droit et gauche.
id, *ig*, faisceaux intermédiaires droit et gauche.
lmd, *lmg*, faisceaux latéromoyens droit et gauche.
M, faisceau foliaire médian.
D, *G*, faisceaux foliaires droit, gauche.
plat., plateau.
cd, *cg*, crosses droite et gauche.
ard, *arg*, arêtes droite et gauche.
chl, parenchyme palissadique.
cs, canal sécréteur.
→*C*, centre de figure de la tige.

Le *bois* a été représenté par une teinte noire uniforme ou par des hachures; dans certains dessins, les gros vaisseaux ont été figurés. Le *liber* a été représenté par un pointillé. Les régions sclérifiées ont été limitées par un trait plus accentué.

REMARQUES IMPORTANTES.

1° Nous avons laissé en dehors de nos recherches la structure et le mode d'insertion des stipules, qui ont été étudiés par d'autres auteurs.

2° Dans les parcours de faisceaux que nous avons figurés, ceux-ci sont représentés, pour plus de clarté, notablement plus larges et plus éloignés les uns des autres qu'ils ne devraient l'être par rapport à leur longueur.

PREMIÈRE PARTIE.

L'APPAREIL CONDUCTEUR DES FEUILLES DES ROSACÉES.

Nous distinguerons les feuilles où la partie postérieure de la chaîne est constituée par un arc libéroligneux homogène et ceux où elle est constituée par une série de faisceaux distincts; dans l'une et l'autre catégorie, la chaîne présente une série de plissements différenciant de chaque côté deux régions plus saillantes, séparées par une dépression; on peut suivre l'atténuation de ces plissements en étudiant dans chacune de ces catégories une série de types convenablement choisis.

Enfin nous passerons en revue les chaînes plus complexes, dont les plissements très nombreux n'apparaissent qu'au point d'émission des ramifications latérales.

D'où la division de cette étude en trois Chapitres: le premier concernant les chaînes à arc postérieur continu; le deuxième, les chaînes à arc postérieur discontinu; le troisième, les chaînes à plissements multiples.

CHAPITRE I.

CHAÎNES A ARC POSTÉRIEUR CONTINU.

Sorbus.

Les feuilles des Sorbiers présentent des formes très variables d'une espèce à l'autre. Chez le *Sorbus Aria* Crantz et ses variétés, la feuille est simple et dentée; au contraire, chez le *S. Aucuparia* L., elle est composée et chacune des folioles présente à son tour un court pétiolule. Dans le cas du *S. torminalis* Crantz, elle présente des lobes accentués correspondant aux nervures principales. Ces incisions sont si profondes chez le *S. hybrida* L. qu'elles découpent à la base de la feuille de véritables folioles.

Les sections foliaires ne sont pas moins variées; pratiquées dans la région moyenne du pétiole, elles se présentent sous l'un des aspects suivants :

1° Un arc libéroligneux (*fig.* 1, *P*), sur le prolongement duquel

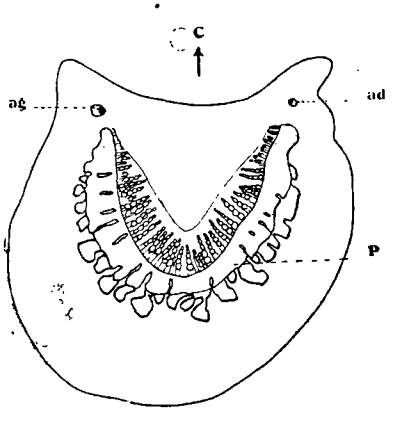


Fig. 1. — *Sorbus Aria.* — Section transversale du pétiole dans sa région moyenne.

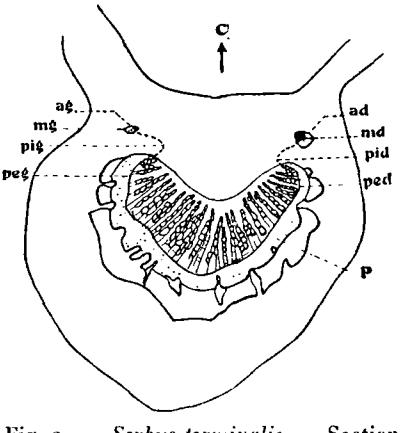


Fig. 2. — *Sorbus torminalis.* — Section transversale du pétiole dans sa région moyenne.

on remarque, à la région antérieure, deux faisceaux symétriques (*ad*, *ag*); c'est le cas du *S. Aria*, var. *greca*.

2° Un arc libéroligneux ouvert (*fig.* 2, *P*) dont les extrémités sont ramenées vers la surface de symétrie de l'organe et qui est précédé antérieurement par deux faisceaux symétriques (*ad*, *ag*); ces derniers sont plissés en leur milieu (*md*, *mq*), la concavité du pli étant tournée vers l'intérieur de l'organe, c'est l'aspect réalisé chez le *S. torminalis* Crantz. Dans le cas du *S. hybrida* L., l'intensité des plissements est plus grande que chez le *S. torminalis* (*fig.* 9).

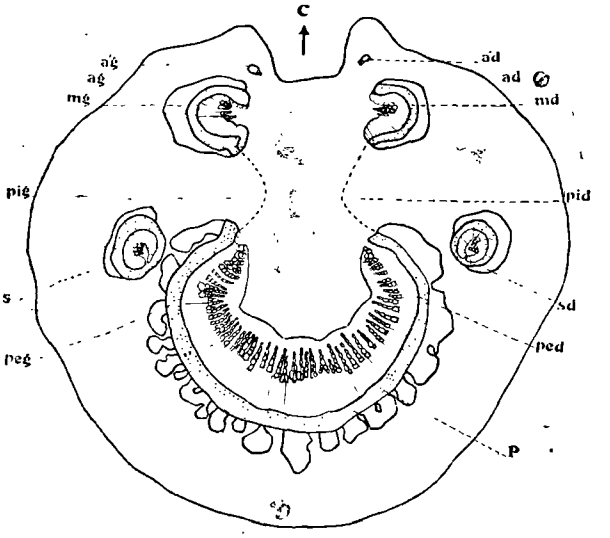


Fig. 3. — *Sorbus Aucuparia.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

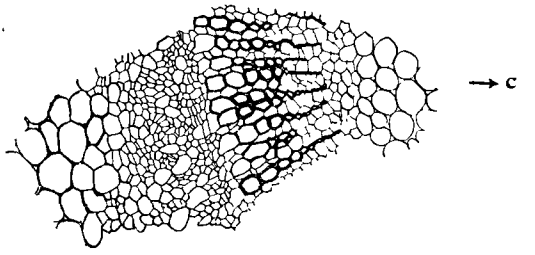


Fig. 3 *bis.* — Détail de la structure de l'arc postérieur.

3° Un certain nombre de masses libéroligneuses ainsi disposées (*fig.* 3 : *S. Aucuparia* L.) :

α. A la région postérieure, un arc ouvert (*P*), dont les extrémités

symétriques sont ramenées vers l'intérieur de la chaîne foliaire par deux plis très accentués.

β. A droite et à gauche de cet arc, un anneau fermé (*sd*, *sg*).

γ. En avant de cet arc, deux faisceaux symétriques (*ad*, *ag*) fortement plissés et qui, dans certains cas, se ferment complètement par soudure de leurs bords libres.

δ. On trouve parfois, dans les ailes latérales du pétiole, deux petits fascicules symétriques (*a' d*, *a' g*).

Est-il possible d'établir des points homologues dans des sections foliaires aussi dissemblables? N'existe-t-il pas de relation entre la diversité de ces sections et la diversité de l'aspect extérieur de la feuille?

Pour comprendre la signification des diverses régions de la chaîne foliaire, nous étudierons le système conducteur de la feuille dans toute son étendue, nous attachant à préciser :

1° Le mode d'émission des nervures latérales;

2° Le mode de formation de l'appareil conducteur foliaire à partir des faisceaux sortant de la tige.

Premier exemple : *Sorbus Aria* Crantz.

Les faisceaux se rendant de la tige dans la feuille sont au nombre de trois. Ils s'unissent bord à bord de manière à former un arc libéroligneux. Ce dernier se divise en trois tronçons, un arc postérieur (*fig. 4*, *P*) et deux faisceaux antérieurs symétriques (*ad*, *ag*).

C'est du bord externe des faisceaux antérieurs que se détachent les fascicules destinés aux petites nervures secondaires. Au moment de l'émission d'une grosse nervure latérale, un faisceau (*pd*) se détache de l'arc postérieur et s'unit au faisceau antérieur (*ad*). Avant de se rendre dans la nervure, l'arc libéroligneux formé par leur union émet sur son bord interne un petit faisceau (*ad'*) qui reste dans la nervure médiane. Il y joue le même rôle que le faisceau *ad*; il assure, comme lui, la vascularisation des petites nervures; comme lui, il s'unit au moment de l'émission d'une nervure importante à un faisceau *pd'* détaché du faisceau postérieur. De la masse vasculaire résultant de leur union, se détache, du côté interne, un faisceau *ad''* qui joue dans la nervure médiane le même rôle que *ad*, *ad'* y ont joué successivement, — rôle que joueront plus haut *ad''*,

ad''', etc., dont l'importance va en diminuant à mesure que l'on s'élève dans la nervure médiane. Au niveau de l'émission des grosses nervures de l'extrémité supérieure, aucune formation homologue de ces faisceaux ne se différencie.

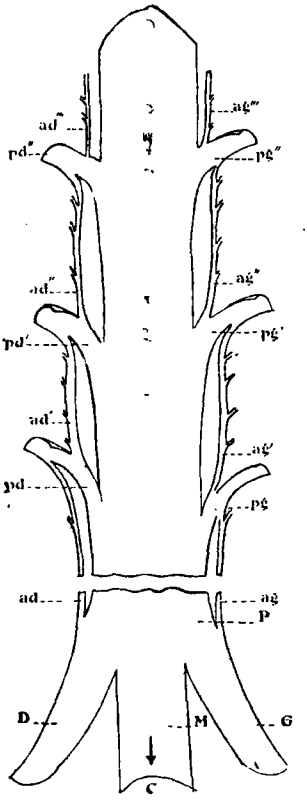


Fig. 4. — *Sorbus Aria.* — Parcours des faisceaux dans la feuille.

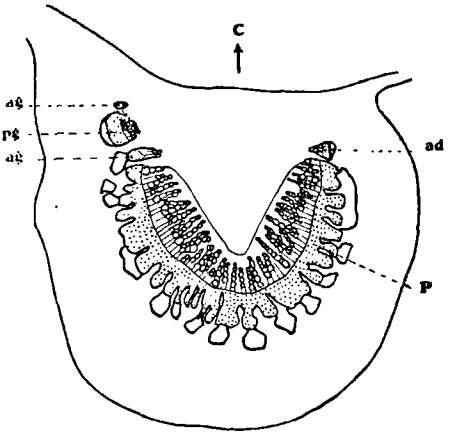


Fig. 5. — *Sorbus Aria.* — Section de la nervure médiane à sa base, montrant l'émission d'une nervure latérale.

La section foliaire du *S. Aria* est donc caractérisée dans la majeure partie de la nervure médiane par un arc ouvert, à droite et à gauche duquel se trouve un petit faisceau antérieur; les faisceaux détachés du bord interne de la masse vasculaire qui se rend dans la nervure immédiatement inférieure, assurent la vascularisation des petites nervures et vont constituer le bord externe de la nervure immédiatement supérieure.

DEUXIÈME EXEMPLE : *Sorbus torminalis* Crantz.

Comme dans le cas précédent, les faisceaux qui se rendent de la tige dans la feuille sont au nombre de trois. Le parcours des faisceaux est sensiblement le même que dans le cas précédent. Il se détache parfois de la région antérieure (*fig.* 2 et 6) des faisceaux *ad*, *ag*, des faisceaux plus petits (*ad'*, *ag'*) qui vascularisent les ailes

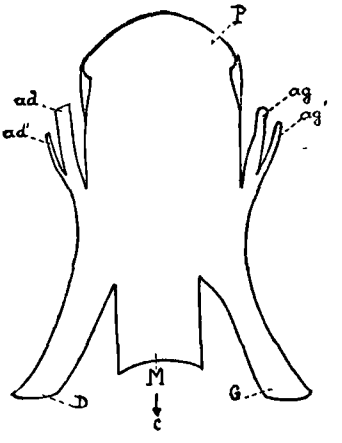


Fig. 6. — *Sorbus torminalis.* — Parcours des masses vasculaires à la base du pétiole.

latérales du pétiole. Mais la forme de la chaîne foliaire diffère de celle du *S. Aria* par l'indication d'un certain nombre de plis. Le faisceau postérieur présente à droite et à gauche une portion plus saillante vers l'extérieur (*plis externes droit et gauche : ped*, *peg*) soulignée par le reploiement de ses extrémités vers l'intérieur de l'organe. Les faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*) présentent eux aussi l'indication d'une région plus saillante (régions marginales droite et gauche : *md*, *mg*). Les faisceaux *ad'*, *ag'*, quand ils existent, tantôt accompagnent les faisceaux *ad*, *ag* dans la première grosse nervure, tantôt s'unissent simplement à eux avant d'atteindre ce niveau.

Les petites nervures reçoivent des fascicules détachés de *ad*, *ag* (ou de *ad'*, *ag'*, quand ces faisceaux existent). Les nervures les plus importantes reçoivent les faisceaux *ad* ou *ag* et une portion latérale importante *p* de l'arc *P*, qui comprend la partie saillante que nous avons désignée sous le nom de *pli externe*. Entre les masses *P* et *ad*

ou *ag*, il ne reste dans la nervure principale aucun élément conducteur. Mais de l'ensemble formé par *p* et *ad* ou *ag* se détache, du côté interne, un faisceau *ad'* ou *ag'*. Ce faisceau se recourbe de manière à différencier une région marginale. De même, les bords libres de l'arc *P* se rapprochent de l'intérieur de l'organe de manière à différencier à nouveau des plis externes droit et gauche, de sorte que la section de l'appareil conducteur reprend la même forme que dans le pétiole. Bientôt d'ailleurs, après l'émission de deux ou trois nervures latérales, les faisceaux antérieurs ne se forment plus et l'appareil conducteur est réduit à un faisceau.

Troisième exemple : *Sorbus hybrida* L.

Les faisceaux sortant de la tige sont au nombre de trois à cinq. Nous étudierons d'abord le cas où ils sont au nombre de trois. Les deux latéraux se divisent en deux autres (*fig.* 7). Les deux fais-

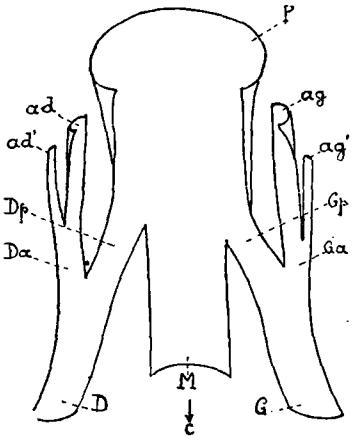


Fig. 7. — *Sorbus hybrida.* — Parcours des masses vasculaires à la base du pétiole dans le cas où la feuille reçoit de la tige trois faisceaux.

ceaux postérieurs résultant de cette division (*Dp*, *Gp*) s'unissent au médian. Les deux faisceaux antérieurs (*Da*, *Ga*) émettent généralement un petit faisceau antérieur (*ad'*, *ag'*) qui vascularise la saillie correspondante de la face supérieure du pétiole, puis ils tendent de plus en plus à se constituer en anneau fermé (*ad*, *ag*). Le parcours est donc le même que dans les cas précédents, à la

différence près que les faisceaux antérieurs apparaissent plus bas que dans les cas précédents, avant que le faisceau médian entre en contact avec les pièces latérales (pour la comparaison, voir les figures 6 et 7).

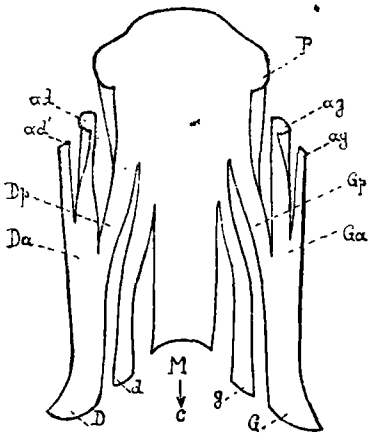


Fig. 8. — *Sorbus hybrida.* — Dans le cas où la feuille reçoit de la tige cinq faisceaux.

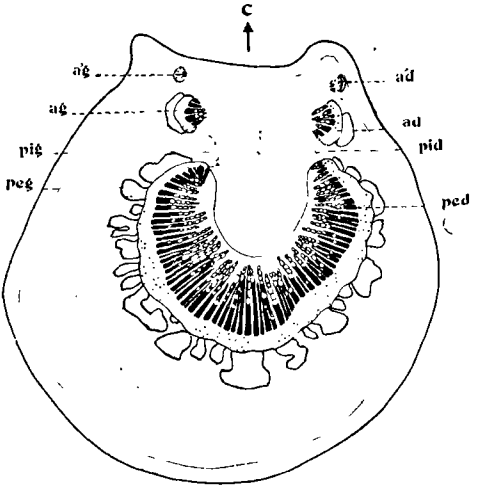


Fig. 9. — *Sorbus hybrida.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

Dans le cas où il y a cinq faisceaux (*fig.* 8), les plus externes se comportent comme les faisceaux latéraux du cas précédent. Les faisceaux latéraux *d* et *g*, situés entre ces faisceaux et le médian contribuent ainsi que les faisceaux *Dp*, *Gp* à former avec le médian l'arc postérieur *P*. Ils semblent se comporter simplement comme des pièces de renforcement sans autre rôle particulier. Ils peuvent être réduits à un seul fascicule très petit ou ne se former que d'un seul côté.

Dans tous les cas, la section foliaire au milieu du pétiole est caractérisée par un arc libéroligneux très développé, en avant duquel se trouvent deux petits faisceaux symétriques fréquemment constitués en anneaux fermés, plus antérieurement encore, dans certains cas, deux faisceaux très petits (*fig.* 9).

Cette disposition disparaît un peu au-dessous du point d'émission des premières nervures. A ce niveau, les faisceaux se placent suivant un arc continu plissé de la manière suivante :

Latéralement dans les régions qui correspondent aux bords latéraux de l'arc postérieur, on remarque deux fortes saillies

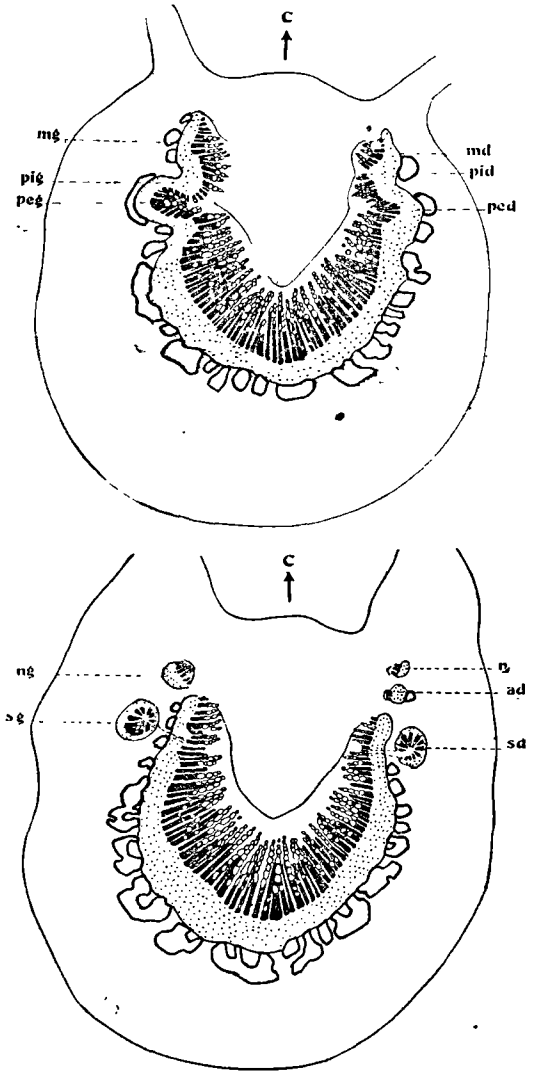


Fig. 10 et 11. — *Sorbus hybrida.* — Sections transversales de la nervure principale au point d'émission des folioles latérales.

vers l'extérieur (*fig.* 10, *ped, peg*), qui constituent les plis externes droit et gauche ; plus en avant, deux autres saillies moins

fortes, différenciées aux dépens des éléments provenant des faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*) et qui correspondent aux régions marginales (*md*, *mg*). Les plis externes et les régions marginales sont séparés par une portion plus intérieure (*pli interne : pid*, *pig*).

La région marginale est suivie d'une portion très réduite de chaîne qui tend à ramener les extrémités libres vers l'intérieur de l'organe et qui ont reçu le nom de *demi-arcs antérieurs* droit et gauche.

Émission des nervures. — Du pli externe, tend de plus en plus à s'isoler une boucle latérale qui s'en détache plus haut en constituant un anneau fermé (*fig.* 10 et 11 : *sd*, *sg*). Cet anneau fermé s'ouvre ensuite sur sa face antérieure, s'unit aux éléments de la région marginale et va constituer la chaîne foliaire d'une grosse nervure latérale.

Les petits faisceaux, qui innervent les portions de limbe décurrentes sur le rachis principal, partent de la région marginale.

La nervure principale présente donc deux points d'émission bien distincts : la région marginale, qui fournit des éléments à toutes les nervures, et le pli externe, qui fournit des éléments aux plus importantes d'entre elles.

Après l'émission d'une grosse nervure, les éléments de la trace foliaire, au lieu de rester groupés en un arc unique, s'isolent de manière à reconstituer un dispositif analogue à celui que présente le pétiole dans sa partie moyenne (*fig.* 9) : un arc postérieur *P*, des faisceaux antérieurs (*ad* et *ag*) et souvent, plus en avant, des fascicules (*ad'*, *ag'*).

Au-dessous du point d'émission d'une nervure importante, les faisceaux s'unissent à nouveau en une chaîne continue ; l'émission des faisceaux sortants se fait comme précédemment.

A mesure que l'on s'élève dans la nervure principale, la portion de chaîne, qui sépare les deux régions d'émission du pli externe et de la région marginale et qui constitue le pli interne, est de moins en moins saillante vers l'intérieur. Il en résulte que la portion de ce pli qui reste dans la nervure médiane après l'émission d'une grosse nervure est de plus en plus réduite.

A un certain niveau (qui correspond à celui où les incisions que présentent le limbe n'atteignent plus la nervure médiane) aucun élément du pli interne ne reste dans la nervure médiane après

l'émission d'une grosse nervure : les deux régions d'émission sont donc fusionnées en une seule.

Plus haut encore, les plissements de la chaîne ne sont plus indiqués et elle finit par se réduire à un unique faisceau.

Quatrième exemple : *Sorbus Aucuparia*. L.

Les pièces sortant de la tige sont toujours au nombre de cinq. Le parcours des faisceaux est le même à la base de la feuille que dans le cas du *S. hybrida* à cinq faisceaux foliaires. Comme chez ce dernier, la section moyenne du pétiole est caractérisée par un arc postérieur très développé *P* (*fig.* 3), présentant à droite et à gauche des plis externes, et par deux faisceaux antérieurs symétriques constitués souvent en systèmes fermés en avant desquels on trouve parfois deux fascicules antérieurs.

Les faisceaux antérieurs (*ad, ag*) restent indépendants de l'arc postérieur; de distance en distance, un très petit faisceau se détache du faisceau postérieur et les renforce; mais, jusqu'à la foliole terminale, ils restent distincts.

Les fascicules (*ad'*, *ag'*) ou se terminent en pointe libre par épuisement, ou se fusionnent vers les points d'émission d'une foliole latérale avec les faisceaux *ad*, *ag*, parfois aussi ils se rendent dans la nervure émise et constituent une première indication de la multiplication possible des plissements dont nous verrons d'autres exemples au cours de ce travail.

Les faisceaux sortant dans les nervures se détachent, très bas dans le pétiole, de la région des plis externes; à la caractéristique, ils constituent les anneaux fermés (*sd, sg*) que M. Petit a signalés sans en indiquer la signification. Chacun d'eux s'unit à un faisceau détaché de la région marginale. Ici, la partie la plus interne des demi-arcs antérieurs *ad*, *ag* reste dans la nervure médiane. Les anneaux (*sg, sd*) détachés du pli externe s'ouvrent dans le pétiolule latéral (*fig.* 12); et sur le bord externe de l'arc ainsi formé, s'insèrent les éléments détachés de la région marginale. L'appareil vasculaire de la nervure émise est donc beaucoup plus développé du côté externe que du côté interne et fortement asymétrique. Cette disposition coïncide d'ailleurs avec le développement du limbe

de la foliole latérale, qui est beaucoup plus grand du côté externe que du côté interne.

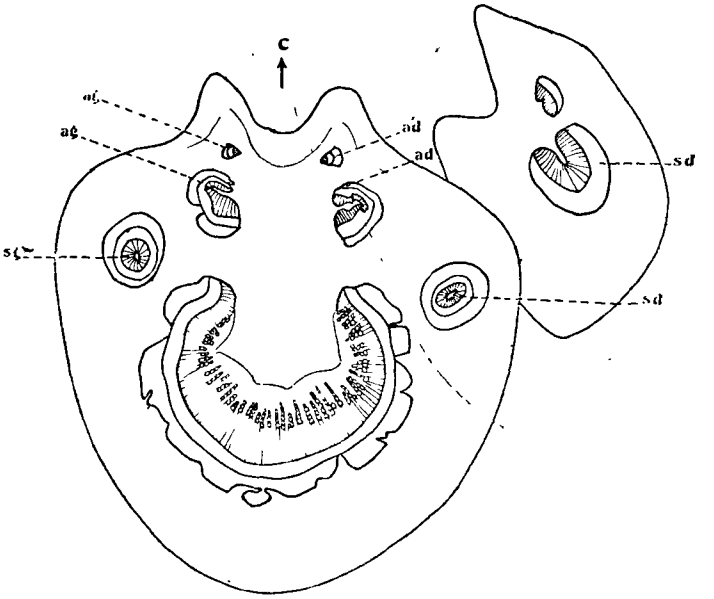


Fig. 19. — *Sorbus Aucuparia.* — Section transversale du pétiole à son sommet et du pétiolule de la première foliole droite.

Conclusions. — L'appareil conducteur foliaire, dans le genre *Sor us*, présente une série de modifications dont les différents termes sont les suivants :

1° Les éléments de la chaîne foliaire (arc postérieur, faisceaux antérieurs) sont placés suivant un arc ouvert non plissé, les grosses nervures sont constituées aux dépens de l'arc postérieur et des faisceaux antérieurs.

2° La chaîne présente l'indication de plissements, amenant dans des positions plus saillantes vers l'extérieur la région médiane des faisceaux antérieurs (région marginale) et les régions subterminales du faisceau postérieur (pli externe); mais, l'émission des nervures latérales se fait comme dans le cas précédent; la région plus intérieure, qui sépare le pli externe de la région marginale, est entraînée au moment de l'émission du système conducteur des grosses nervures latérales.

3° Le pli externe et la région marginale constituent deux régions

d'émission distinctes séparées par un pli interne dont les éléments restent dans la nervure médiane après le départ des faisceaux des grosses nervures latérales.

4° Outre les caractères précédents, la portion de chaîne située en avant de la région marginale demeure dans la nervure médiane après l'émission des nervures (demi-arcs antérieurs).

Dans les premiers exemples la feuille reçoit trois faisceaux de la tige; dans les derniers, elle en reçoit cinq.

L'intensité des plissements est en relation directe, *dans le genre Sorbus*, avec la forme extérieure de la feuille : dans les feuilles simples, la chaîne foliaire ne présente pas de plissements (*S. Aria*); dans les feuilles lobées, elle présente l'indication de plis (*S. torminalis*): dans les feuilles composées, l'intensité des plissements est telle que les éléments des plis internes et de la région de l'arc antérieur restent engagés dans le rachis médian; dans les feuilles qui ne présentent de folioles qu'à leur région inférieure et sont simples à leur région supérieure (*S. hybrida*), la partie inférieure de la feuille présente des plissements accentués analogues à ceux que l'on rencontre chez les Sorbiers à feuilles composées; ces plissements cessent au niveau ou le limbe redevient simple.

Types de structure se rattachant à ceux des Sorbiers.

Les feuilles des Rosacées arborescentes présentent des types d'appareil conducteur qu'il est facile de rattacher à ceux que nous avons décrits chez les Sorbiers. Les différences qui existent entre ces types proviennent :

1° De la plus ou moins grande intensité des plissements;

2° De la continuité de la chaîne foliaire ou de sa dissociation en faisceaux antérieurs et postérieurs indépendants.

I. — *Chaînes non plissées.*

L'appareil conducteur foliaire peut être analogue à celui que nous avons rencontré chez le *Sorbus Aria* ou plus simple.

Le *Cerasus avium* Mœnch présente dans le pétiole des faisceaux antérieurs très développés. Ils se sont détachés, à la base de cet organe, du bord externe des pièces latérales venant de la tige, un

peu après leur jonction avec la pièce médiane. Ces faisceaux antérieurs vascularisent les nectaires foliaires placés à la région antérieure du pétiole. Au moment de l'émission de la première paire de nervures importantes, ils constituent, avec un faisceau détaché de l'arc postérieur, le système vasculaire de ces dernières. Souvent du bord interne du système ainsi constitué se détache un faisceau qui reste dans la nervure médiane et y joue le même rôle que le faisceau antérieur a joué dans le pétiole. Comme chez le *Sorbus Aria*, ces faisceaux alimentent les petites nervures latérales et vont constituer la région externe antérieure de la grosse nervure immédiatement supérieure. Mais ils cessent de se différencier à partir d'un niveau inférieur à celui où ils ne se forment plus chez le *S. Aria*, parfois même dès l'émission de la première paire de grosses nervures.

Chez le *Cerasus laurocerasus* Lois., le parcours des faisceaux est sensiblement le même que dans le cas précédent, mais, après l'émission de la première paire de grosses nervures, les faisceaux antérieurs ne se différencient plus ou ne se différencient que d'un seul côté, parfois même les faisceaux antérieurs du pétiole s'épuisent en vascularisant les petites nervures de la base du limbe avant d'atteindre la première paire de grosses nervures.

Les faisceaux antérieurs qui parcourent les ailes du pétiole de certaines Rosacées (notamment dans les genres *Prunus*, *Pirus*, *Cratægus*, chez *Spiræa opulifolia* L.) et qui s'épuisent en fournissant des faisceaux aux petites nervures comprises entre la base du limbe et les premières grosses nervures, peuvent être considérés comme les derniers vestiges des faisceaux antérieurs souvent si développés chez les Sorbiers.

II. — *Chaine faiblement plissée : Photinia serrulata* Lindl.

Au sommet du pétiole, l'appareil conducteur comprend :

1° Un massif postérieur très développé, dont les extrémités sont ramenées vers l'intérieur de l'organe, limitant deux plis externes (*fig.* 13, *ped*, *peg*);

2° Deux faisceaux antérieurs symétriques (*ad*, *ag*), qui se différencient comme dans les exemples précédents.

Au moment de l'émission d'une nervure, un faisceau se détache (*fig.* 15, *f*) du pli externe sans entraîner la portion de chaîne plus

intérieure qui sépare le pli externe du faisceau antérieur (région du pli interne *pid*). Ce faisceau *f* s'unit au faisceau antérieur (*fig.* 16) et constitue la région postérieure et externe antérieure, tandis que la

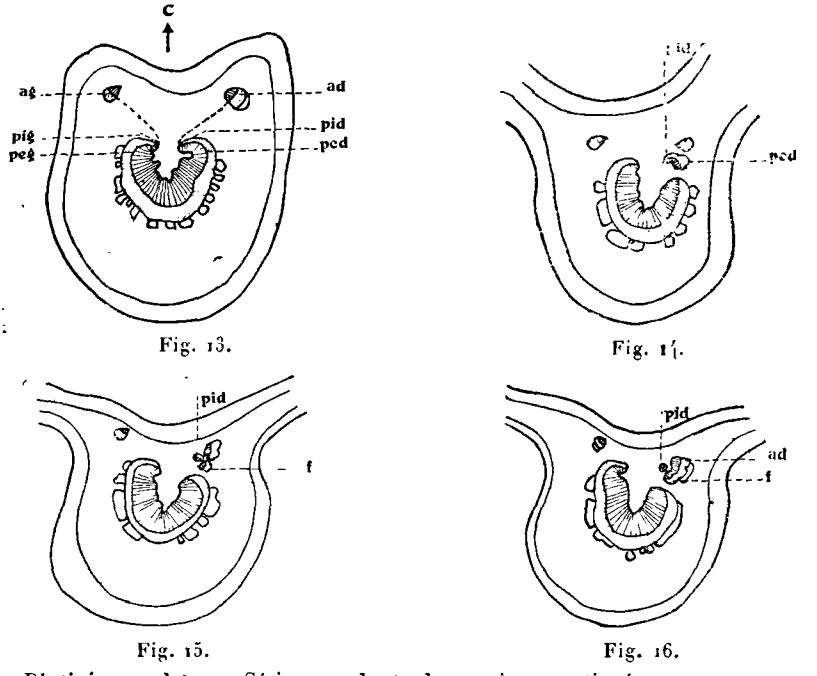


Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

Photinia serrulata. — Série ascendante des sections pratiquées au sommet du pétiole et à la base de la nervure principale.

région du pli interne constitue la région interne antérieure de la nervure émise. Le pli interne ne laisse donc pas d'éléments dans la nervure médiane, mais il est suffisant pour contribuer à former le côté interne de l'appareil conducteur d'une nervure latérale.

Les éléments ligneux de ces feuilles sont constitués en majeure partie par des fibres, entre lesquelles on remarque des cellules écrasées ou à lumière très étroite (*fig.* 17) qu'il est souvent difficile de distinguer des ornementations de leurs parois.

III. — *Chaîne continue : Eriobotrya japonica* Lindl.

A la base du limbe, la chaîne foliaire de l'*Eriobotrya japonica* est continue et affecte la forme d'un anneau fermé .Souvent, ainsi que

l'a figuré M. R. Gérard [1], cet anneau est aplati à la région antérieure parallèlement au plan du limbe. Il présente cependant antérieurement, au voisinage de la surface de symétrie, deux légères saillies vers la face supérieure de l'organe; mais ces deux saillies sont

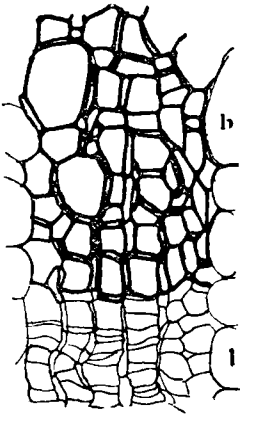


Fig. 17. — *Photinia serrulata.* — Détail de la structure de l'appareil libéroligneux de la feuille.

très peu marquées et l'anneau ainsi constitué paraît identique, au premier abord, à ceux que l'on rencontre si fréquemment dans les feuilles des Dicotylédones (assez rarement d'ailleurs chez les Rosacées), et dont les sorties qui se rendent dans les nervures se détachent simplement sous forme d'anneaux latéraux.

Sur une section transversale pratiquée *vers le tiers inférieur* de la feuille, l'anneau libéroligneux, au lieu d'être aplati parallèlement au plan du limbe, est comprimé perpendiculairement à ce plan et présente une série de plissements analogues à ceux que nous avons rencontrés chez les Sorbiers : plis externes (*fig.* 18, *ped*, *peg*) très saillants suivis de plis internes (*pid*, *pig*) peu marqués, suffisants cependant pour séparer les premiers des régions marginales (*md*, *mg*) symétriques qui sont très voisines l'une de l'autre. La chaîne ne présente aucune trace de rupture dans la région des plis internes; les deux demi-arcs antérieurs droit et gauche, d'ailleurs peu développés, sont soudés en une masse unique.

---

[1] Gérard, *L'Anatomie végétale appliquée à la classification* (*Thèse d'agrégation de pharmacie*, 1884, *Pl. IV*, *fig.* 44).

Ces homologies avec l'appareil conducteur des Sorbiers se vérifient par le mode d'émission des sorties. De la région marginale, se détachent en effet des anneaux fermés, qui, après avoir cheminé dans le pétiole ou la nervure médiane, émettent latéralement des

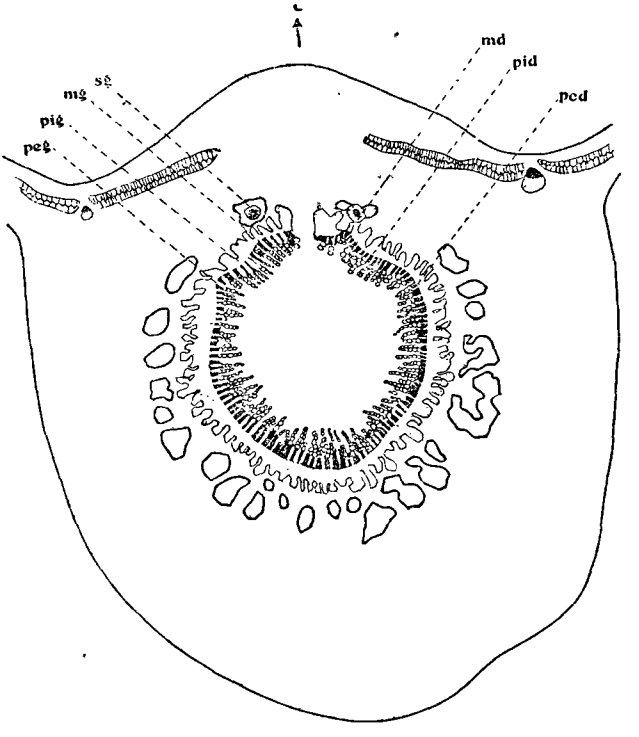


Fig. 18. — *Eriobotrya japonica.* — Section transversale de la base de la nervure médiane.

faisceaux se rendant aux petites nervures. Au moment de l'émission d'une grosse nervure, deux anneaux fermés se détachent : l'un, du pli externe, l'autre, de la région marginale. La région marginale émet donc les systèmes vasculaires des petits nervures et les régions antérieures externes et *internes* (1) des grosses nervures, dont la partie postérieure est formée par des éléments provenant du pli externe.

(1) Contrairement à ce qui a lieu pour les Sorbiers chez lesquels la région marginale ne fournit d'éléments qu'au côté externe des nervures.

Vers le haut, les demi-arcs antérieurs se réduisent de plus en plus et la chaîne tend à s'ouvrir en avant. Vers le bas, les saillies formées par les plis externes deviennent de plus en plus importantes et constituent, à la base du limbe, les bords latéraux de l'anneau libéroligneux; ces deux plis sont séparés par une portion de chaîne presque horizontale, vers le milieu de laquelle les deux régions marginales droite et gauche forment une saillie à peine marquée.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui se recourbent de manière à constituer trois anneaux fermés, lesquels se rapprochent et se soudent par leurs régions de contact.

IV. — *Chaîne fortement plissée : Holodiscus discolor* Maxim. (= *Spiræa ariaefolia* Sm.)

[L'Holodiscus est une plante arborescente ou au moins frutescente, caractère commun avec les types précédents, dont elle est d'ailleurs très éloignée au point de vue systématique; nous en plaçons ici l'étude pour la clarté de l'exposition.]

Dans la région moyenne du pétiole, la chaîne est continue,

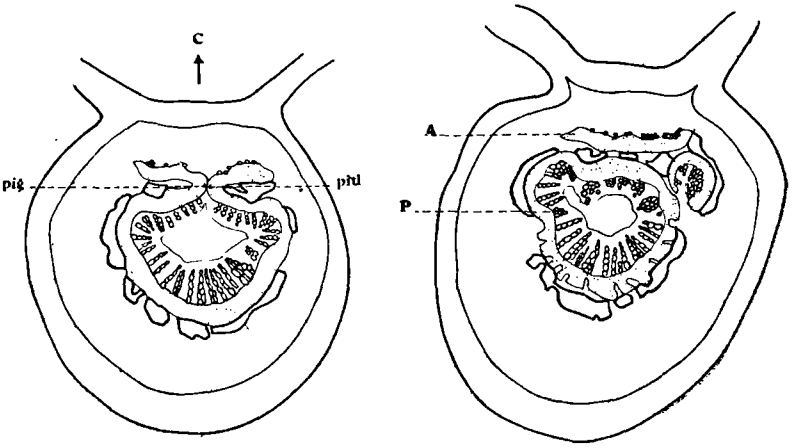
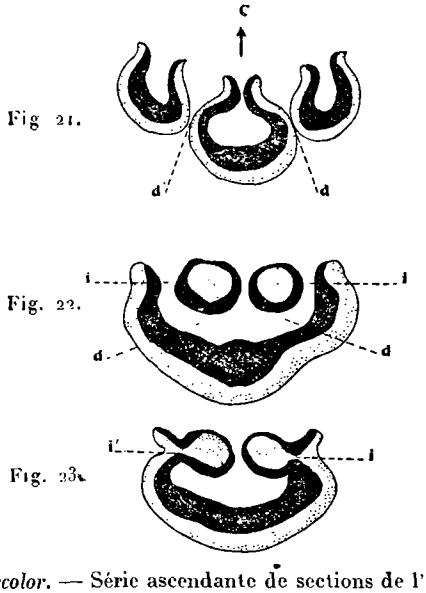


Fig. 19 et 20. — *Holodiscus discolor.* — Sections à la base de la nervure médiane.

sans arc antérieur, et profondément plissée. Dans la nervure médiane, les plis internes droit et gauche (*pid*, *pig*) sont si accen-

tués qu'ils entrent en contact, la chaîne se rompt suivant ce point de contact, les tronçons symétriques résultant de cette rupture se soudent, d'où un anneau postérieur *P* et une masse conductrice horizontale antérieure A (*fig.* 19 et 20).

La chaîne se forme à partir de trois pièces libéroligneuses venues de la tige. Chacune d'elles se plisse, différenciant de chaque côté un pli externe, un pli interne, une région marginale, et présente donc le même aspect qu'une chaîne entière (*fig.* 21).



Holodiscus discolor. — Série ascendante de sections de l'appareil conducteur à la base du pétiole.

Les plis externes de la pièce médiane s'unissent aux plis externes voisins des pièces latérales en *d*, *d'* (*fig.* 21). La chaîne se rompt suivant ces points de contact, d'où l'inclusion à l'intérieur d'une chaîne plissée de deux masses à liber central et à bois périphérique (*fig.* 22). Les deux plis internes de chacune des pièces latérales (*i*, *i'*, *fig.* 23) se soudent ensuite, d'où la chaîne plissée décrite dans le pétiole.

CHAPITRE II.

CHAÎNES A ARC POSTÉRIEUR DISCONTINU.

Spiræa Ulmaria L.

Les feuilles de l'Ulmaire (*Spiræa Ulmaria* L.) sont composées; on peut distinguer deux catégories de folioles, les unes grandes, les autres très réduites et insérées plus antérieurement que les premières. Les grandes folioles sont au nombre de deux à six paires (selon que l'on a affaire aux feuilles caulinaires ou aux feuilles radicales). Les petites folioles, qui sont insérées entre les précédentes, sont en nombre variable. La foliole terminale est très développée et trilobée; deux grosses nervures se détachent dès la base pour innerver le lobe droit et le lobe gauche.

Des sections transversales pratiquées entre les points d'insertions des grandes folioles nous montrent, d'une manière très constante, la chaîne foliaire constituée des éléments suivants (*fig.* 24) :

1° Un système de faisceaux postérieurs correspondant à l'arc postérieur des Sorbiers à feuilles composées et à l'anneau postérieur de l'*Holodiscus discolor*. Ces faisceaux sont au nombre de trois : un médian (*mp*) et deux latéraux que nous désignerons sous le nom de *latéropostérieurs* (*lpd*, *lpg*).

2° Deux faisceaux antérieurs symétriques (*ad*, *ag*) [1].

Il est facile de retrouver dans cette chaîne les points homologues de ceux que nous avons décrits chez les types précédents. De chaque côté nous trouvons en effet deux régions plus saillantes : en arrière, un pli externe (*ped*, *peg*) qui porte sur le faisceau latéropostérieur correspondant; en avant, une région marginale (*md*, *mg*) constituée par la région moyenne du faisceau antérieur.

Ces régions plus saillantes sont séparées par une région plus profonde (pli interne, *pid*, *pig*) qui est jalonnée vers le bas par la partie

[1] Desquels se détachent fréquemment des faisceaux plus antérieurs *ad'*, *ag'*.

inférieure des faisceaux latéropostérieurs (branche inférieure du pli interne : *y*) et vers le haut, par la partie des faisceaux antérieurs située en arrière de la région marginale (branche supérieure du pli interne : *s*). Nous désignerons, comme dans les exemples précédents, la portion des faisceaux antérieurs située en avant de la région marginale sous le nom de *demi-arc antérieur*.

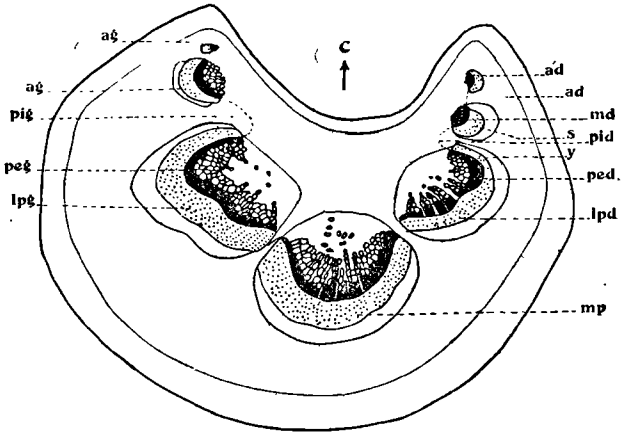


Fig. 24. — Section transversale du sommet du pétiole de la *Spiræa Ulmaria*.

Les éléments conducteurs des petites folioles se détachent de la région marginale, ceux des grandes folioles proviennent à la fois de la région marginale et du pli externe. Comme chez les Sorbiers, la région marginale fournit dans ce cas la portion externe antérieure de la chaîne émise, alors que la région du pli externe en forme la région postérieure et interne antérieure.

L'aspect très particulier des sections transversales au niveau de l'émission des folioles latérales est dû au rapprochement des faisceaux dans un espace plus restreint que chez les Sorbiers et à l'existence de *faisceaux réparateurs*, qui viennent renforcer certaines parties de la chaîne. Pour décrire ces faits, nous partirons de la section type décrite plus haut et nous suivrons le parcours de ses éléments au niveau de l'émission d'une grosse nervure, jusqu'à ce que nous arrivions de nouveau à une section comparable à notre section initiale.

Les faisceaux latéropostérieurs se divisent en deux autres (*fig* 26,

I et II). *lpd* se divise en *lpd'* plus interne et *lpd''* plus extérieur qui comprend la région du pli externe et la portion de chaîne repliée vers l'intérieur de l'organe qui lui fait suite; cette dernière (*y*) jalonne, comme nous l'avons vu, la partie inférieure du pli interne.

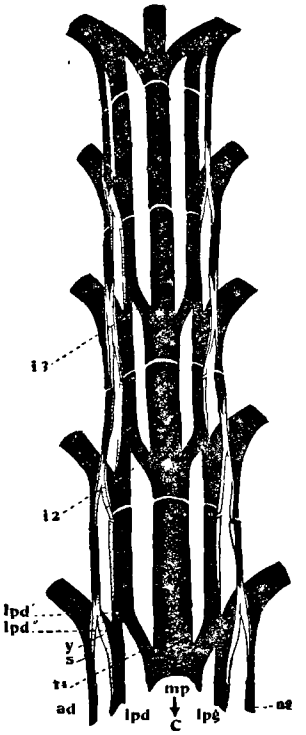


Fig. 25. — *Spiræa Ulmaria.* — Parcours des faisceaux du sommet du pétiole à la base de la foliole terminale.

Elle se détache de la région antérieure du faisceau *lpd''* (*fig.* 26, II) et se place en continuité avec la région postérieure de ce faisceau qui affecte alors la forme d'un anneau incomplètement fermé en arrière et en avant (*fig.* 26, III).

Le faisceau *ad*, pendant le même trajet, s'est recourbé de plus en plus, la branche supérieure du pli interne (*s*, *fig.* 26, III) s'en est détachée au même niveau que sa branche inférieure (*y*) se détachait du faisceau *lpd''*. Les faisceaux *lpd''* et *ad* s'unissent alors pour constituer l'appareil conducteur de la nervure émise (*ad* en consti-

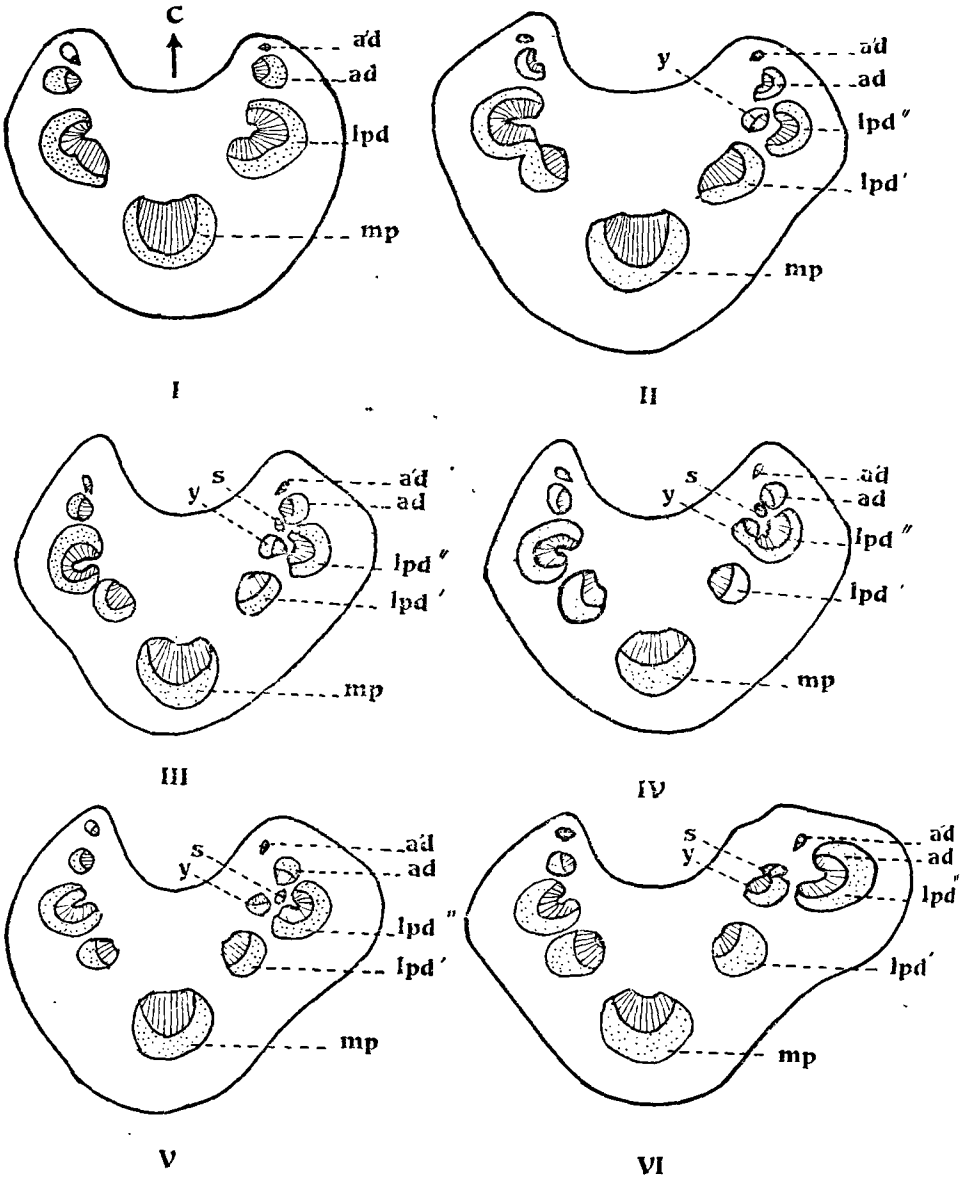


Fig. 26. — *Spiræa Ulmaria.* — Série ascendante de sections transversales de rachis principal montrant le mode d'émission des sortes.

tuant la région externe antérieure et *lpd''* en formant tous les autres éléments).

Après cette émission, il reste dans le rachis principal, du côté que nous décrivons :

1° Les branches supérieure (*s*) et inférieure (*y*) du pli interne détachées respectivement des faisceaux antérieur et latéropostérieur externes;

2° Les faisceaux latéropostérieurs internes (*lpd'*) et médian (*mp*).

C'est aux dépens de ces éléments que va se constituer une chaîne de même aspect que celle que nous avons prise comme point de départ :

1° Les branches supérieure (*s*) et inférieure (*y*) du pli interne s'unissent pour constituer un faisceau antérieur qui différenciera une région plus saillante vers l'extérieur (région marginale).

2° Le faisceau *lpd'* a commencé à se recourber dès qu'il s'est séparé de *lpd''* de manière à différencier de nouveau un pli externe (*ped*).

3° Le faisceau *lpd'* est beaucoup plus réduit par rapport au faisceau *mp* que dans le précédent segment foliaire, il reçoit de ce dernier un faisceau (*i* 1), par l'adjonction duquel les différents éléments du système postérieur gardent la même importance relative entre les points d'émission des grandes folioles latérales.

De ces faits nous retiendrons surtout :

1° L'existence de deux régions d'émission distinctes homologues des régions déjà signalées dans la feuille des Sorbiers;

2° L'épuisement après l'émission d'une grosse nervure de différentes régions de l'appareil conducteur;

3° Leur réparation par des éléments provenant de la région immédiatement postérieure, qui constitue le fait caractéristique du type que nous étudions.

En effet, après l'émission d'une grosse nervure, il ne reste du faisceau antérieur que la portion *s* (branche supérieure du pli interne) qui s'épuiserait bientôt sans l'adjonction de la région *y* (branche inférieure du pli interne). Le faisceau latéropostérieur voisin (*lpd'*) se replie alors de manière à différencier une région *y'* qui aura le même rôle dans le nouveau segment foliaire que la région *y* a eu dans le segment foliaire précédent. Le faisceau latéropostérieur (*lpd*) est renforcé par un faisceau *i* 2 détaché du médian (*mp*).

En dernière analyse, c'est du faisceau médian que proviennent les

divers cordons réparateurs : en se reportant à la figure 25, on peut se rendre compte, en effet, qu'un faisceau détaché du faisceau *mp* peut occuper successivement dans la chaîne toutes les autres positions. C'est ainsi que le faisceau *i* 1 provenant du faisceau médian constitue pendant un *mériphylle* la portion interne du faisceau *lpd*; pendant le *mériphylle* suivant il en constitue la partie externe (car un faisceau *i* 2 détaché de *mp* a pris sa place dans la région interne de *lpd*). Cette partie externe se rend dans une foliole latérale, à l'exception des éléments situés en *y* qui demeurent dans le rachis principal. Ces éléments constituent alors, pendant un mériphylle, la portion *s* du faisceau antérieur située en arrière de la région marginale; dans le mériphylle suivant, ils constituent la portion antérieure de ce faisceau et se rendent dans la grosse nervure immédiatement supérieure. Nous avons vu que, chez les Sorbiers, les brèches que font, à l'arc postérieur et aux faisceaux antérieurs l'émission des sorties, sont comblées par le rapprochement des éléments qui les limitent; nous ne constatons l'existence d'aucun faisceau réparateur allant de l'arc postérieur aux faisceaux antérieurs. L'importance relative des émissions faites aux dépens des plis externes et des régions marginales restant dans un rapport constant d'un bout à l'autre du rachis, la forme de la chaîne demeure sensiblement la même. Chez la *Spiræa Ulmaria*, au contraire, les faisceaux antérieurs s'épuiseraient rapidement s'ils ne recevaient pas à chaque mériphylle des faisceaux réparateurs.

On voit, par ce qui précède, que dans la région moyenne de la feuille, chacun des segments foliaires présente la même structure, et l'on concevrait que, grâce à ces dispositifs, l'importance relative des divers éléments de l'appareil conducteur reste la même jusqu'à la région supérieure de l'organe. Cependant, on constate, vers le haut, l'épuisement rapide de ces diverses régions :

1° Au niveau de la dernière paire de folioles, les faisceaux latéro-postérieurs ne reçoivent pas de faisceau réparateur provenant du médian.

2° Lors de l'émission des nervures des lobes latéraux de la foliole terminale, ces dernières reçoivent les faisceaux antérieurs, latéropostérieurs et un faisceau détaché du faisceau médian. A ce niveau, l'appareil conducteur de la nervure médiane est donc brusquement réduit à un seul faisceau.

Dans leurs grandes lignes, les relations entre la tige et la feuille peuvent se résumer ainsi :

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux *M*, *D* et *G* (*fig.* 27).

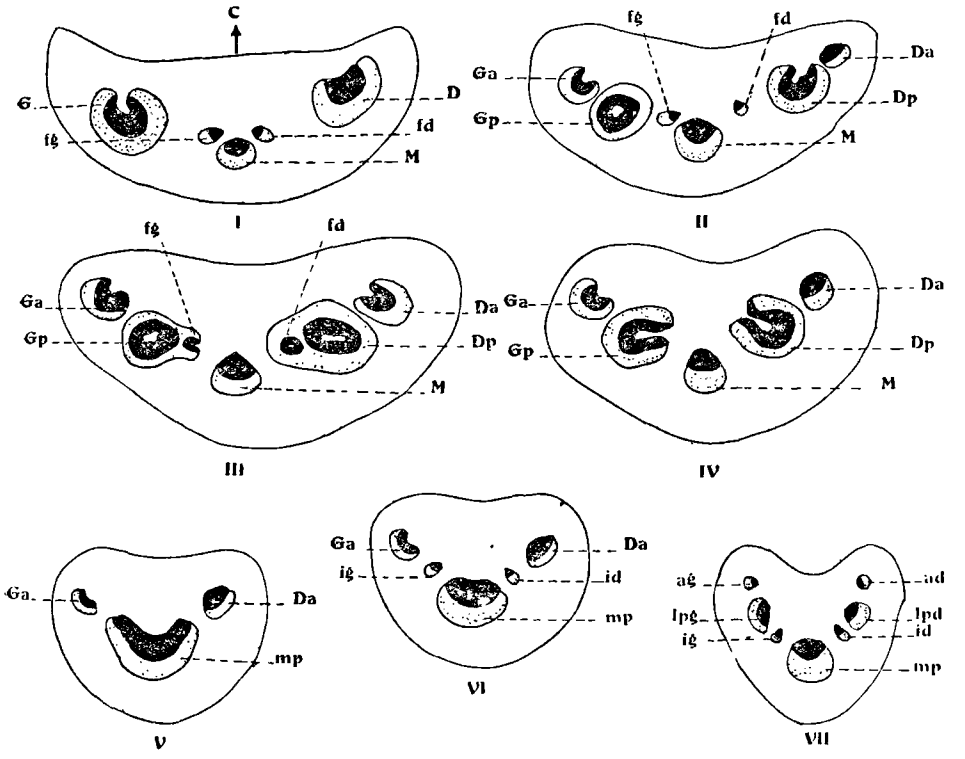


Fig. 27. — *Spiræa Ulmaria.* — Série ascendante de sections transversales à la base du pétiole.

Chacun des faisceaux latéraux se divisent en deux autres, l'un antérieur, l'autre postérieur : *D* en *Da*, *Dp*; *G* en *Ga*, *Gp*.

Les faisceaux postérieurs *Dp*, *Gp* s'unissent au faisceau *M* et constituent le faisceau que nous avons désigné sous le nom de *mp*.

Les faisceaux antérieurs *Da*, *Ga* se divisent chacun en deux autres, *Da* donne ainsi les faisceaux *lpd* et *ad* de notre section moyenne, et *Ga* les faisceaux *lpg* et *ag*.

En réalité, les sections successives sont compliquées par les faits suivants :

Les faisceaux *Dp*, *Gp* se constituent en *anneaux fermés*, ils re-

çoivent chacun du faisceau M un fascicule (*fd*, *fg*) qui s'est, lui aussi, constitué en anneau fermé.

Plus haut, ces anneaux s'ouvrent et émettent les faisceaux *id*, *ig*, qui comprennent une bonne partie des éléments des faisceaux *fd*, *fg*.

Types de structure se rattachant à celui de l'Ulmaire.

La régularité du parcours des faisceaux va en diminuant, de même que l'intensité des plissements, chez des types dont la structure est encore très voisine de celui que nous venons d'étudier.

I. — *Spiræa Filipendula* L.

Le nombre des grandes folioles est plus élevé que chez la *Spiræa Ulmaria;* les petites folioles sont insérées plus antérieurement que ces dernières et très fréquemment il s'en trouve qui sont insérées au même niveau que les grandes folioles; dans ce cas, la petite foliole apparaît comme la dépendance antérieure de la grande.

L'aspect de la section transversale du rachis est sensiblement la même que chez la *S. Ulmaria*, les faisceaux *ldp*, *lgp* sont cependant moins développés.

Les faisceaux antérieurs vascularisent les petites folioles, qu'elles soient placées à la région antérieure des grandes ou à un autre niveau que ces dernières.

Les faisceaux postérieurs vascularisent les grandes folioles.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux; les deux faisceaux latéraux se divisent en deux autres (le faisceau de droite *D* donne naissance aux faisceaux *Da*, *Dp*, le faisceau de gauche *G* aux faisceaux *Ga*, *Gp*). Les faisceaux postérieurs qui résultent de cette division (*Gp*, *Dp*) s'unissent au faisceau médian, les autres (*Ga*, *Da*) en se divisant constituent les faisceaux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*) et les faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*) de la section moyenne; les faisceaux *lpd*, *lpg* se replient de manière à différencier les plis externes droit et gauche; *ad* et *ag* différencient, de même, des régions marginales plus saillantes vers l'extérieur.

Nous suivrons le parcours des faisceaux du côté gauche : le faisceau latéropostérieur *lpg* se divise en deux a tres : l'un plus externe qui comprend le pli externe, l'autre plus interne;

la majeure partie du premier située en arrière du pli externe se rend dans la grande foliole qui s'insère à ce niveau; seule, la partie qui se trouve en avant de ce pli (branche inférieure du pli interne) reste dans le rachis médian et va renforcer le faisceau antérieur; le second se recourbe de manière à différencier le pli externe du mériphylle qui commence à ce niveau.

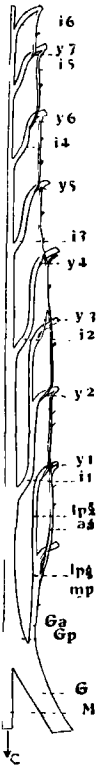


Fig. 28. — *Spiræa Filipendula.* — Parcours des faisceaux du rachis principal de la feuille de la base au sommet (côté gauche).

Lors de l'émission de la grande foliole suivante, le faisceau *lpg* se rend dans la nervure principale de cette dernière à l'exception de sa région *y* 1 qui va renforcer le faisceau antérieur. A ce niveau, se détache de *mp* le faisceau *i* 1 qui occupe la position que *lpg* a occupé dans le mériphylle précédent, il se comporte exactement comme ce dernier; il est épuisé par l'émission

de deux grosses nervures et remplacé par un faisceau *i* 2, qui se rend dans la grosse nervure suivante, après avoir parcouru un mériphylle. Dans tous les cas, et jusqu'au sommet du rachis, ces différents faisceaux latéropostérieurs renforcent les faisceaux antérieurs par des faisceaux tels que *y* 3, *y* 4, *y* 5, etc., au niveau de l'insertion de chaque grande foliole. Les faisceaux successifs *i* 3, *i* 4, *i* 5, qui se détachent du médian et occupent la même position que le faisceau *lpg*, sortent après avoir parcouru une portion de mériphylle de plus en plus restreinte, et le faisceau *i* 6, après s'être détaché du médian, se rend immédiatement dans les nervures basilaires de la foliole terminale; au-dessus de ce niveau, la nervure médiane ne renferme qu'un seul faisceau.

Ces différents faits expliquent qu'une section transversale passant au-dessus d'une paire de grandes folioles dans la région supérieure du rachis ne rencontre que trois faisceaux : le faisceau *mp* et les faisceaux *ad* et *ag*. Les faisceaux i^n ne sont pas, à ce niveau, détachés du faisceau *mp* pour constituer les faisceaux latéropostérieurs de nos sections moyennes. D'autre part, les faisceaux latéropostérieurs des premier et troisième segments sont représentés par des masses plus importantes que dans le deuxième et le quatrième segment et dans les segments suivants, car ils contiennent les éléments destinés à deux sorties successives se rendant dans les grandes folioles.

Les sorties qui se détachent des faisceaux antérieurs ne sont pas toujours terminales, mais très souvent subterminales, laissant dans le rachis médian des demi-arcs antérieurs. Ces faisceaux, détachés de *ad*, ou de *ag* sont exclusivement destinés aux petites folioles, que ces dernières soient juxtaposées aux grandes et puissent en être considérées comme des lobes détachés, ou qu'elles soient situées entre les grandes folioles.

II. — *Potentilla Anserina* L.

Les feuilles de la *P. Anserina* possèdent, comme celles des Ulmaires et des Filipendules de grandes et de petites folioles.

La section transversale du rachis se présente aux divers niveaux sous les aspects suivants :

1° A la région inférieure du rachis, la chaîne foliaire comprend

un faisceau postérieur *mp*, flanqué à droite et à gauche de deux faisceaux *lpg*, *lpd* symétriquement placés; en avant, deux autres faisceaux symétriques *ad* et *ag*. Entre le faisceau *mp* et les faisceaux *lpg*, *lpd* se trouvent fréquemment des faisceaux tels que *id*, *ig*, qui, partis de *mp*, s'unissent plus haut respectivement à *lpd*, *lpg*.

Les faisceaux *lpd* et *lpg* présentent chacun une saillie qui constitue respectivement les plis externes droit et gauche; de même les faisceaux antérieurs présentent des régions marginales droite et gauche plus saillantes vers l'extérieur.

2° Dans les segments suivants, l'importance des plissements diminue, mais l'arc inférieur est toujours représenté par trois faisceaux distincts, en avant desquels se trouvent deux faisceaux antérieurs.

3° A la région supérieure de la feuille, la chaîne est réduite à un faisceau postérieur *mp* et à deux faisceaux antérieurs.

Les sorties qui se rendent dans les petites folioles se détachent des faisceaux antérieurs (régions marginales). Les sorties qui se rendent dans les grandes folioles proviennent à la fois des régions marginales et des faisceaux latéropostérieurs (pli externe), les éléments provenant des régions marginales constituant la portion externe antérieure du système vasculaire de la nervure émise.

Le mode de formation de la chaîne foliaire à partir des trois faisceaux venant de la tige est le même que chez la *Spiræa Filipendula* L.

L'étude du parcours des faisceaux dans le rachis montre les particularités suivantes (*fig.* 29) :

1° Les *faisceaux antérieurs* qui se différencient à la base du pétiole ne reçoivent pas de faisceaux réparateurs. L'émission de la troisième paire de grandes folioles entraîne généralement leurs derniers éléments. Ils sont alors suppléés dans le rachis tantôt par un faisceau *y* qui se détache d'un faisceau latéropostérieur, tantôt par un faisceau provenant de la région interne de l'arc foliaire d'une grosse nervure (*a* 1 *g*, *a* 2 *g*); dans ce dernier cas, l'origine de ces faisceaux est donc la même que chez le *Sorbus Aria*.

2° Les faisceaux latéropostérieurs sont renforcés plus ou moins régulièrement par des faisceaux tels que *ig* 1, *ig* 2, *ig* 3 qui partent du faisceau médian, mais ils s'épuisent après l'émission de la quatrième ou de la cinquième grosse nervure. Le système postérieur est alors réduit à un unique faisceau.

On voit que le parcours des faisceaux est très variable d'un niveau à l'autre, et même selon que l'on étudie le côté droit ou le côté gauche. Les différentes régions de la chaîne tendent à s'épuiser

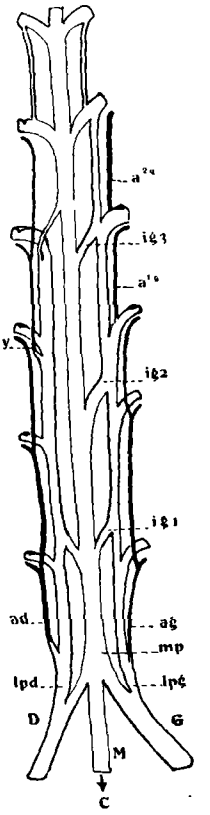


Fig. 29. — *Potentilla Anserina.* — Parcours des faisceaux du rachis principal.

et l'intensité des plissements diminue vers le sommet, de sorte que l'on trouve, dans une même feuille, une région où la chaîne est plissée comme chez l'Ulmaire, et une région où elle ne l'est pas, comme chez les types que nous étudierons plus loin.

III. — *Rosa cinnamonea* L.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux, un médian et deux latéraux, qui ne tardent pas à se diviser; les faisceaux postérieurs qui

résultent de cette division s'unissent au médian, les faisceaux antérieurs se divisent à leur tour en deux autres qui sont, d'arrière en avant les faisceaux *lpd* et *ad* du côté droit, *lpg* et *ag* du côté gauche. La partie antérieure des faisceaux *lpd*, *lpg* se recourbe vers

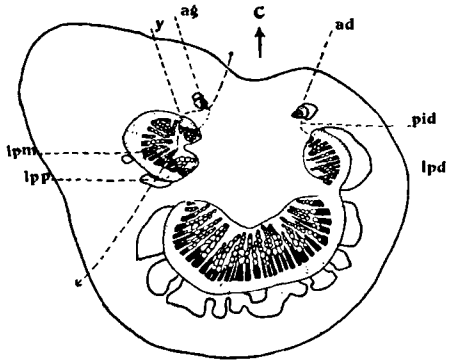


Fig. 30. — *Rosa cinnamonea.* — Section du rachis au point d'émission d'une foliole latérale.

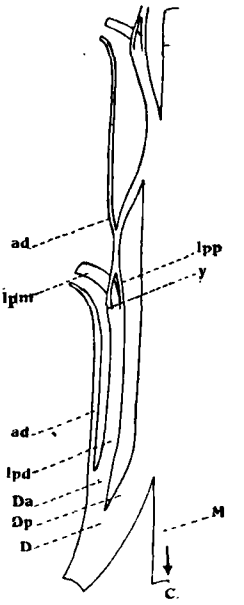


Fig. 31. — *Rosa cinnamonea.* Parcours des faisceaux du rachis principal.

l'intérieur de la chaîne, jalonnant ainsi les plis externes droit et gauche.

Jusqu'à ce niveau, la chaîne présente donc le même aspect que chez l'Ulmaire.

Les sorties qui se rendent dans les folioles partent à la fois des plis externes et des faisceaux antérieurs.

Les faisceaux latéropostérieurs (*lpg*) se divisent en trois parties :

1° Une partie postérieure (*lpp*);

2° Une partie moyenne (*lpm*), qui est limitée en avant par le pli externe;

3° Une partie antérieure (*y*) au delà de ce pli.

La portion *lpm* sort dans la foliole émise en même temps que le faisceau antérieur.

Les parties situées en avant (*y*) et en arrière (*lpp*) du pli externe se rapprochent et constituent un unique faisceau qui émet en avant un faisceau antérieur (*ag'*), puis s'unit au faisceau postérieur [1]. La chaîne est alors constituée par un arc postérieur très développé sur lequel se différencie à droite et à gauche un pli externe et qui est précédé de deux faisceaux antérieurs; l'ensemble présente l'aspect de la chaîne foliaire des Sorbiers.

Plus haut, l'arc postérieur se divise de nouveau en trois faisceaux *mp*, *lpd*, *lpg* et les mêmes faits ne se produisent qu'au mériphylle précédent.

Le caractère que nous noterons particulièrement dans ce type est l'existence d'un arc postérieur, tantôt unique, tantôt représenté par trois faisceaux distincts.

Chaînes foliaires à plissements peu accentués ou nuls et à faisceaux distincts.

Nous avons vu, en étudiant les chaînes à faisceau postérieur unique, qu'il existait, à côté des types plissés, des systèmes conducteurs foliaires dont les éléments étaient placés suivant un arc de cercle. Il en est de même dans la catégorie des chaînes où l'arc postérieur est représenté par plusieurs faisceaux; à côté des Spirées et des Potentilles qui en représentent les types à chaîne plissée, nous trouvons des formes où les plissements tendent à disparaître. Dans cette série d'exemples, les faisceaux postérieurs, qui sont généralement au nombre de trois comme chez les Spirées, peuvent être plus nombreux par suite de la dispersion des faisceaux latéro-postérieurs en un certain nombre de faisceaux distincts.

Il y a lieu de distinguer toujours dans ces types les feuilles développées sur les tiges florales (feuilles caulinaires) et celles qui poussent à la base de la plante (feuilles radicales), les premières sont plus réduites à tous les points de vue que les secondes.

---

[1] Le faisceau *lpp* peut être très réduit ou même ne pas se différencier; le faisceau *y* peut se détacher du point d'émission et constituer directement le faisceau antérieur de la chaîne.

Agrimonia odorata Mill.

1. *Structure des feuilles caulinaires* (*fig.* 32). — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux : *M*, *D* et *G*. Les faisceaux *D* et *G* se divisent chacun en deux autres *D* en *Da* et *Dp*, *G* en *Ga* et *Gp*.

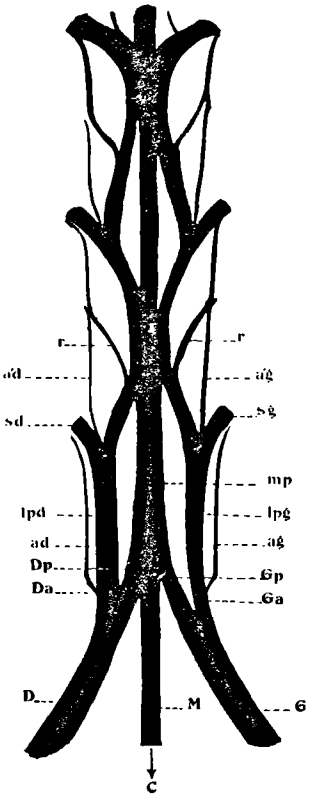


Fig. 32. — *Agrimonia odorata*. — Parcours des faisceaux du rachis principal (feuille caulinaire).

Dp et *Gp* s'unissent au faisceau *M* et constituent le faisceau médian de l'arc postérieur *mp*.

Da et *Ga* se divisent à leur tour *d* : *Da* en *lpd* et *ad*; *Ga* en *lpg* et *ag*.

Les faisceaux *mp*, *lpd*, *lpg* forment un ensemble qui correspond au faisceau postérieur des Sorbiers; les plis externes droit et gauche sont situés dans les faisceaux *lpd*, *lpg*, dont les extrémités anté-

rieures tendent à se rabattre vers l'intérieur de l'organe, beaucoup moins cependant que chez l'Ulmaire. Les plis internes (*pig*, *pid*) seraient situés sur la ligne que nous pouvons tracer dans le parenchyme pour relier les faisceaux latéropostérieurs aux faisceaux antérieurs correspondants (*fig.* 32 *bis*).

Les faisceaux antérieurs *ad*, *ag* fournissent les faisceaux qui se rendent dans les petites folioles. Ils sortent tout entiers dans la première grande foliole, avec un faisceau (*sd*, *sg*) détaché du faisceau latéropostérieur correspondant. Du bord interne de l'ensemble formé par les faisceaux qui se rendent dans la nervure latérale,

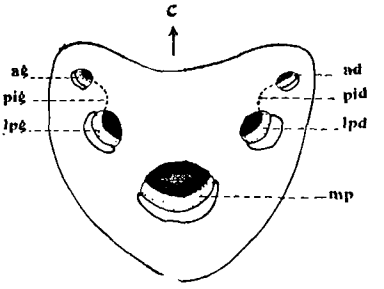


Fig. 32 *bis*. — *Agrimonia odorata*. — Section transversale du pétiole.

se détache un faisceau (*a'd* ou *a'g*) qui joue dans le nouveau mériphylle le même rôle que *ad* ou *ag* dans le mériphylle précédent.

Les faisceaux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*), appauvris par l'émission de faisceaux tels que *sd*, *sg* et par celle d'un petit fascicule qui s'unit au faisceau antérieur correspondant, sont renforcés de la manière suivante : ils se rapprochent du faisceau *mp* puis s'unissent à lui. Plus haut, ils s'en détachent en entraînant une portion du faisceau *mp* souvent facile à distinguer de leur masse primitive; ces nouveaux éléments, ajoutés ainsi aux faisceaux *lpg*, *lpd*, sont homologues des faisceaux *i* qui, chez la *Spiræa Ulmaria*, se détachent du faisceau *mp* pour renforcer les latéropostérieurs.

Au niveau de l'insertion d'une nouvelle paire de grandes folioles, les faisceaux latéropostérieurs émettent latéralement des faisceaux qui s'unissent respectivement aux faisceaux extérieurs et se rendent dans la nervure principale de la foliole envisagée.

[Parfois, au lieu de se détacher des masses vasculaires *sa*, *sg* elles-mêmes, les faisceaux *a'd*, *a'g* partent du point où ces der-

nières se détachent des faisceaux *lpd*, *lpg* ou même ne se détachent que plus haut, du bord externe de *lpd* et *lpg*.]

Dans chaque mériphylle, ces faits se reproduisent. Au niveau de l'émission de la dernière paire de grandes folioles, les faisceaux latéropostérieurs après s'être réparés, grâce aux éléments qu'ils empruntent au médian, se rendent dans les nervures principales et émettent du côté interne un petit faisceau qui demeure dans la nervure médiane et s'épuise dans les nervures basilaires de la foliole terminale.

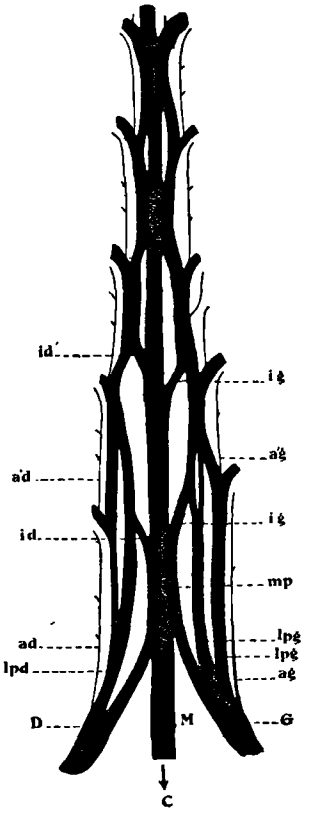


Fig. 33. — *Agrimonia odorata.* — Parcours des faisceaux du rachis principal (feuilles radicales).

2. *Structure des feuilles radicales* (*fig.* 33). — Le parcours des faisceaux est plus complexe que celui des feuilles caulinaires; les

faisceaux latéropostérieurs sont plus développés, parfois représentés par plusieurs masses distinctes, ils sont régulièrement renforcés à la base de la feuille par des faisceaux (*id*, *ig*, *id'*, *ig'*) détachés du médian. A la région supérieure de la feuille, le parcours est sensiblement le même que dans les feuilles caulinaires.

Geum.

Les feuilles des *Geum* présentent de grandes et de petites folioles comme celles des *Agrimonia*, mais leurs grandes folioles sont moins développées que celles de ces dernières et, chez le *Geum pyrenaïcum*, elles sont presque complètement atrophiées; le développement considérable de la foliole terminale transforme ainsi cette feuille pennée en une feuille palmée.

Geum urbanum L.

Le parcours des faisceaux et le mode d'émission des sorties sont les mêmes que chez les *Agrimonia* à cette différence près : au niveau de

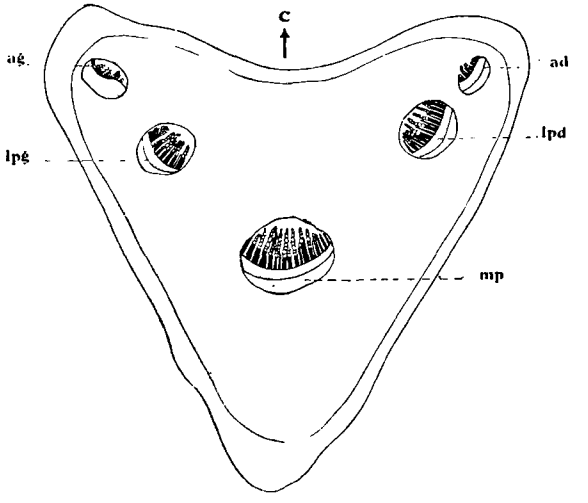


Fig. 34. — *Geum urbanum.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

l'émission de la première paire de folioles, des faisceaux de même direction que *D* et *G* se dirigent respectivement de *lpd*, *lpg* vers *mp*,

nous les désignerons par les lettres *d*, *g*. Au niveau de l'émission de la deuxième et de la troisième paire de folioles, des faisceaux sont émis par le faisceau *mp* et s'ajoutent respectivement à *lpd*, *lpg*.

Les feuilles caulinaires sont généralement réduites à la foliole

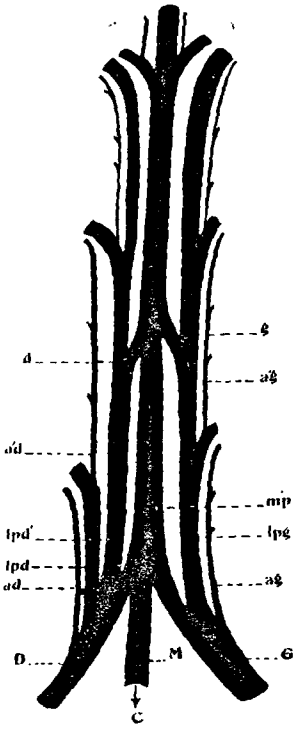


Fig. 35. — *Geum urbanum.*
Parcours des faisceaux
du rachis principal (feuilles radicales).

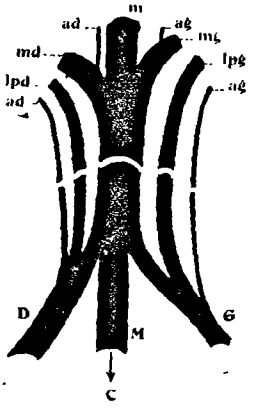


Fig. 36. — *Geum urbanum.*
Parcours des faisceaux du pétiole
(feuilles caulinaires).

terminale profondément trilobée. La portion des faisceaux latéraux qui s'ajoute à la base du pétiole au faisceau foliaire médian équivaut sensiblement aux faisceaux qui, au sommet du pétiole, se détachent du faisceau médian pour se rendre dans les nervures des lobes latéraux; tout se passe comme si les éléments des faisceaux latéraux, qui à la base du pétiole se soudent au faisceau médian, reprenaient, au haut du pétiole, leur individualité.

Les mêmes faits se reproduisent chez le *G. japonicum* Thunb. et chez le *G. pyrenaïcum* Mill.

Sanguisorba canadensis L.

Le rachis ne porte que de grandes folioles munies d'un pétiolule et émettant parfois du côté externe une foliole plus petite. Les feuilles radicales sont très développées, les feuilles caulinaires sont plus

Fig. 37. — *Sanguisorba canadensis.* — Parcours des faisceaux du rachis (côté gauche).

réduites et présentent tous les degrés de complication intermédiaires, en ce qui concerne le parcours des faisceaux, entre les feuilles radicales et les types précédents.

Une section transversale du pétiole d'une feuille radicale, pratiquée au-dessous des premières folioles, présente généralement sept faisceaux dont le plus développé est le faisceau médian; de chaque côté, l'importance des autres faisceaux : latéropostérieurs

inférieur (*lpdi*, *lpgi*) et supérieur (*lpds*, *lpgs*), faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*) décroît régulièrement d'arrière en avant. Au-dessus de la quatrième paire de folioles, les latéropostérieurs inférieurs et supérieurs étant fusionnés, la chaîne n'est représentée que par cinq faisceaux comme chez les *Geum*.

Au niveau de l'émission d'une foliole, le faisceau antérieur et le faisceau latéropostérieur voisin fournissent les éléments vasculaires de la foliole émise.

L'importance relative des deux faisceaux latéropostérieurs est maintenue par des faisceaux réparateurs qui, de bas en haut, se détachent du latéropostérieur inférieur pour renforcer le supérieur. Parfois aussi (*fig.* 37), ces deux faisceaux s'unissent pour reprendre plus haut leur individualité, mais, par suite d'une nouvelle répartition de leurs éléments, les faisceaux supérieurs sont plus développés que les inférieurs. Par l'un ou l'autre de ces procédés, l'affaiblissement des faisceaux latéropostérieurs supérieurs résultant de l'émission de faisceaux sortants se trouve compensé. Au-dessus de la quatrième paire de folioles, les faisceaux latéropostérieurs supérieurs et inférieurs restent soudés.

La feuille reçoit de la tige sept faisceaux : un faisceau médian M et de chaque côté trois faisceaux que nous désignerons, d'arrière en avant, du côté droit par les lettres D^1, D^2, D^3, et du côté gauche par G^1, G^2, G^3. Les faisceaux D^1, G^1 se divisent chacun en deux autres. Les faisceaux postérieurs qui résultent de cette division s'unissent au faisceau M. Les faisceaux D^3, G^3 se divisent chacun en trois autres : un faisceau antérieur (*fig.* 37, *ag*), un faisceau latéropostérieur supérieur (*lpgs*) et un faisceau qui, en s'unissant aux faisceaux G^2 et à la branche voisine du faisceau G^1, constitue le faisceau latéropostérieur inférieur (*lpgi*), si nous prenons comme exemple le côté gauche.

Appendice : Alchemilla arvensis Scop.

La structure de l'Alchemille a beaucoup intrigué les anatomistes : l'appareil conducteur de leurs pétioles est constitué par trois anneaux libéroligneux qui ont été considérés par M. Bouygues comme des formations analogues aux *stèles* décrites par Van Tieghem et Douliot chez les Gunnères et les Auricules. En réalité, ces trois anneaux

résultent de la fermeture des trois faisceaux venus de la tige, ils sont comparables aux anneaux fermés que présentent à la base du pétiole les *Eriobotrya* et certaines Spirées de la section *Sorbaria.* Ce n'est qu'au sommet du pétiole que ces trois faisceaux foliaires entrent en contact puis se divisent pour se rendre dans les diverses nervures. Il semble possible de reconnaître alors les régions homologues de ces masses vasculaires par rapport à celles des feuilles trifoliolées des *Geum.* (Ces homologies probables sont soulignées par les notations employées dans les figures 36 et 39.)

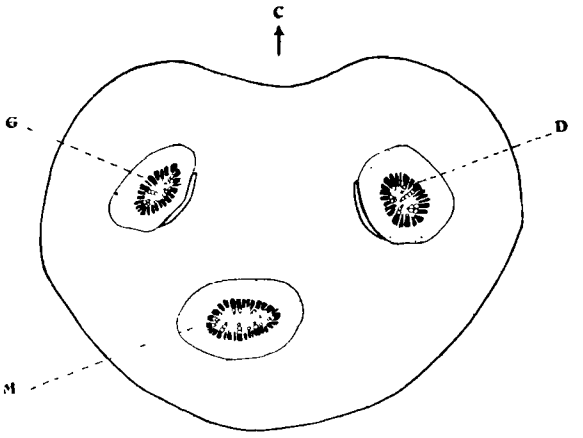


Fig. 38. — *Alchemilla arvensis.* — Section transversale du pétiole.

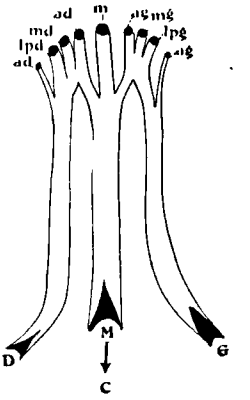


Fig. 39. — *Alchemilla arvensis.* — Parcours des faisceaux dans le pétiole.

On a l'impression que la zone d'accroissement intercalaire, qui donne naissance au pétiole, a atteint ici cet organe *au-dessous* du point de jonction des faisceaux foliaires au lieu de l'atteindre *au-dessus* de ce point comme c'est le cas le plus fréquent dans les feuilles en général. Les anneaux fermés de l'Alchemille ne semblent pas différer essentiellement de ceux que nous avons décrits à la base du pétiole de l'Ulmaire (voir *fig.* 27).

CHAPITRE III.

CHAÎNES A PLISSEMENTS MULTIPLES.

Rubus.

L'aspect de la chaîne foliaire des *Rubus* diffère selon que la section envisagée atteint le rachis immédiatement au-dessous des folioles latérales ou à un niveau éloigné de leur point d'émission.

Prise dans la région moyenne du pétiole, la chaîne foliaire est constituée, d'une manière générale, chez les diverses espèces par trois faisceaux :

1° Un faisceau médian postérieur *P*;

2° Deux faisceaux antérieurs symétriques *ad*, *ag*.

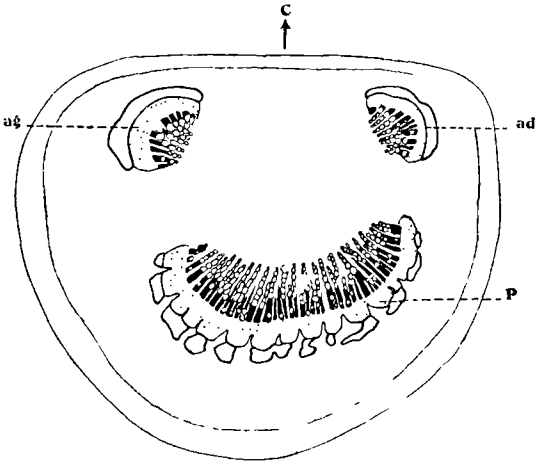


Fig. 40. — *Rubus Idæus.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

Cet ensemble est disposé suivant un arc de cercle qui, tantôt est largement ouvert entre les deux faisceaux antérieurs, tantôt est plus ou moins fermé en avant, par suite du développement des fais-

ceaux antérieurs qui entrent en contact, ou l'apparition d'un certain nombre de fascicules qui se détachent de ceux-ci (*fig.* 41). On constate, de plus, dans certains cas, l'existence de faisceaux anastomotiques entre le faisceau médian et les faisceaux antérieurs.

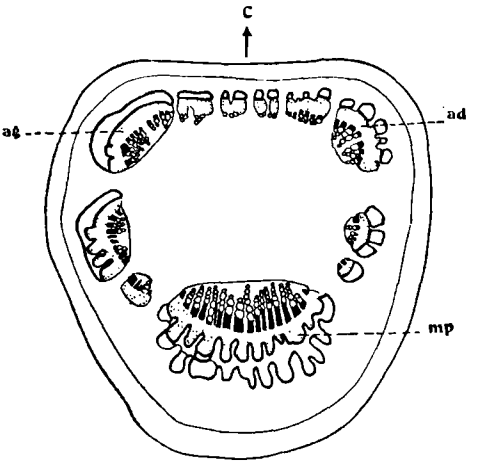


Fig. 41. — *Rubus leucostachys.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.
(Lire *P* au lieu de *mp*.)

Ces variations dans la structure de la région moyenne du pétiole sont généralement corrélatives du plus ou moins grand développement des folioles latérales et n'ont pas plus de valeur au point de vue spécifique que ce dernier caractère.

Quelles que soient les complications dues à l'élargissement ou à la ramification des faisceaux antérieurs, dans le dernier tiers du pétiole, il est toujours facile de reconnaître les trois éléments fondamentaux : un faisceau médian et deux faisceaux antérieurs.

RAPPORTS ENTRE LA TIGE ET LA FEUILLE.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux *M*, *D* et *G* (*fig.* 42).

Les faisceaux latéraux se divisent chacun en deux autres : *D* en *ad* et *Dp*, *G* en *ag* et *Gp*. Les faisceaux postérieurs *Dp*, *Gp* qui résultent de cette division s'unissent au faisceau médian et constituent le faisceau *P* de notre section moyenne; les faisceaux *ad* et *ag* en constituent les faisceaux antérieurs.

CARACTÈRES DIFFÉRENTIELS DES TYPES DE STRUCTURE.

Ces caractères ne sont visibles qu'au niveau d'émission des folioles latérales.

PREMIER CAS. *La chaîne ne présente pas de plissements.*

Premier exemple. — Le faisceau antérieur reste simple : R. spectabilis Pursh (*fig.* 42).

Au niveau de l'émission d'une paire de folioles latérales, le faisceau postérieur émet deux faisceaux (*sd, sg*) qui s'unissent respec-

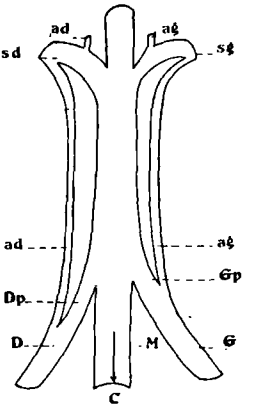


Fig. 42. — *Rubus spectabilis.* — Parcours des faisceaux dans le rachis.

tivement aux faisceaux antérieurs *ad, ag.* L'ensemble, formé par *sd* et *ad* d'une part, *sg* et *ag* d'autre part, se rend dans les folioles latérales droite et gauche, sauf les faisceaux détachés de leurs bords internes *ad'*, *ag'* qui jouent dans le nouveau segment le même rôle que *ad, ag* a joué dans le segment précédent. Ce parcours est analogue à celui que nous avons décrit chez le *Sorbus Aria.*

Deuxième exemple. — Les faisceaux antérieurs sont dédoublés : R. sorbifolius Maxim (*fig.* 43).

Peu au-dessous du point d'émission des folioles, les faisceaux antérieurs se divisent chacun en deux autres : *ad* en *a* 1 *d, a* 1 *g*: *ag* en *a* 1 *g, a* 2 *g.* Le faisceau postérieur se divise en cinq autres :

1° Au milieu, un faisceau *mp* qui reste dans la nervure principale;

2° Aux deux extrémités, deux faisceaux *sd*, *sg* qui se rendent dans les nervures latérales;

3° Entre le faisceau *mp* et les faisceaux *sd*, *sg*, les faisceaux intermédiaires *id*, *ig*, qui se divisent en deux branches : l'une interne qui reste dans le rachis, l'autre externe qui se rend dans la foliole latérale correspondante.

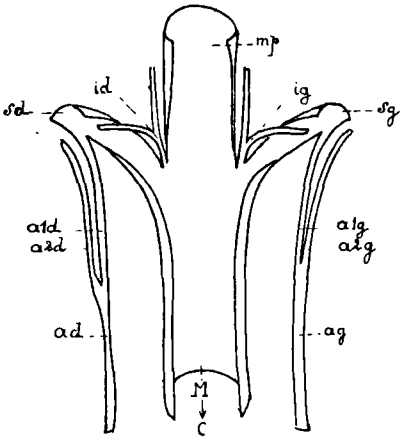


Fig. 43. — *Rubus sorbifolius.* — Parcours des faisceaux au niveau de l'émission de la première paire de folioles.

Le rachis principal, après l'émission des folioles, présente une chaîne à trois faisceaux : un faisceau médian *mp*, deux faisceaux antérieurs qui sont les branches internes du faisceau intermédiaire.

Dans les nervures principales des folioles latérales, le faisceau antérieur interne est constitué par la branche externe des faisceaux intermédiaires; le faisceau antérieur externe, par la branche supérieure du faisceau antérieur primitif (*a* 2 *d*, ou *a* 2 *g*); le faisceau médian, par le faisceau postérieur (*sd*, *sg*) et la branche inférieure du faisceau antérieur primitif (*a* 1 *d* ou *a* 1 *g*).

(Dans certaines feuilles, les faisceaux intermédiaires *id*, *ig* sont soudés aux faisceaux *sd*, *sg*, de sorte que le faisceau antérieur du rachis médian, et le faisceau antérieur interne de la foliole latérale paraissent se détacher soit simultanément, soit successivement des faisceaux *sd*, *sg*.)

Deuxième cas. — *Chaînes présentant un pli interne de chaque côté* : *Rubus Parkeri* Hans.

Les faisceaux antérieurs se divisent en deux autres comme dans le cas précédent. Le faisceau postérieur recourbe ses extrémités libres, de manière à limiter à droite et à gauche deux régions plus saillantes (plis externes), le faisceau antérieur voisin (*a* 1 *d*, *a* 1 *g*) différencie une saillie de même amplitude que celle du pli externe (*ped*, *peg*, *fig.* 44); cette saillie est séparée de ce dernier par une

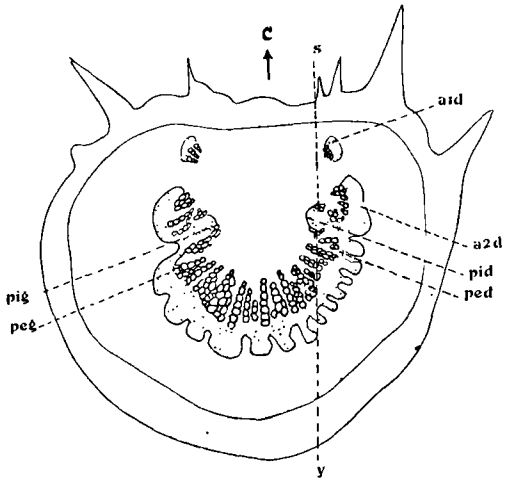


Fig. 44. — *Rubus Parkeri.* — Section transversale du pétiole immédiatement au-dessous du point d'émission des folioles latérales.

(Lire *a* 1 *d* au lieu de *a* 2 *d*, et *a* 2 *d* au lieu de *a* 1 *d*.)

région plus intérieure (pli interne, *pid*, *pig*) jalonnée par les bords contigus du faisceau postérieur et du faisceau antérieur *a* 1 *d* ou *a* 1 *g*. Peu au-dessous du point d'émission des folioles, les plis externes et les régions marginales correspondantes entrent en contact; la chaîne se rompt suivant ces points de contact et un massif à liber central et à bois périphérique se trouve rejeté, au niveau de l'émission de chaque foliole, à l'intérieur de l'arc foliaire; ce massif correspond aux branches supérieure (*s*) et inférieure (*y*) du pli interne.

Dans la nervure principale des folioles latérales, le faisceau antérieur externe est constitué par le faisceau *a* 2 *d* (ou *a* 2 *g*), le faisceau

antérieur interne par une partie de la région du pli interne (*ai*); le faisceau postérieur est constitué par la portion de chaîne détachée du pli externe et par le faisceau *a* 1 *d* (ou *a* 1 g). Dans le rachis médian

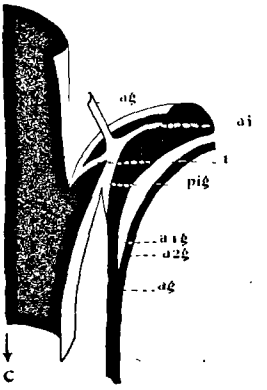


Fig. 45. — *Rubus Parkeri.* — Parcours des faisceaux au niveau de l'émission d'une foliole latérale.

les deux faisceaux antérieurs sont constitués aux dépens d'une partie du pli interne.

Troisième cas. — *Chaînes présentant deux plis internes de chaque côté.*

Premier exemple. — *Rubus Idæus* L.

Immédiatement au-dessus du niveau où les faisceaux antérieurs se divisent, un premier pli interne se forme, jalonné, comme l'était l'unique pli interne du *R. Parkeri* par les bords libres du faisceau postérieur et la région contiguë du faisceau *a* 1 *d* pour le côté droit, *a* 1 *g* pour le côté gauche.

On constate la formation d'un deuxième pli interne (*pi* 2 *d*, *pi* 2 g) entre le faisceau *a* 1 *d* et le faisceau *a* 2 *d*, entre *a* 1 *g* et *a* 2 *g* par reploiement de leurs bords contigus.

La chaîne présente de chaque côté à ce niveau trois régions plus saillantes vers l'extérieur (*Pl. I*, *fig.* II) :

1° Le premier pli externe (*pe* 1 *d*, *pe* 1 *g*) entre la région postérieure de la chaîne et le premier pli interne (*pi* 1 *d*, *pi* 1 *g*);

2° Le deuxième pli externe (*pe* 2 *d*, *pe* 2 g) entre le premier et le deuxième pli interne ;

3° La région marginale (*md*, *mg*) en avant du deuxième pli interne.

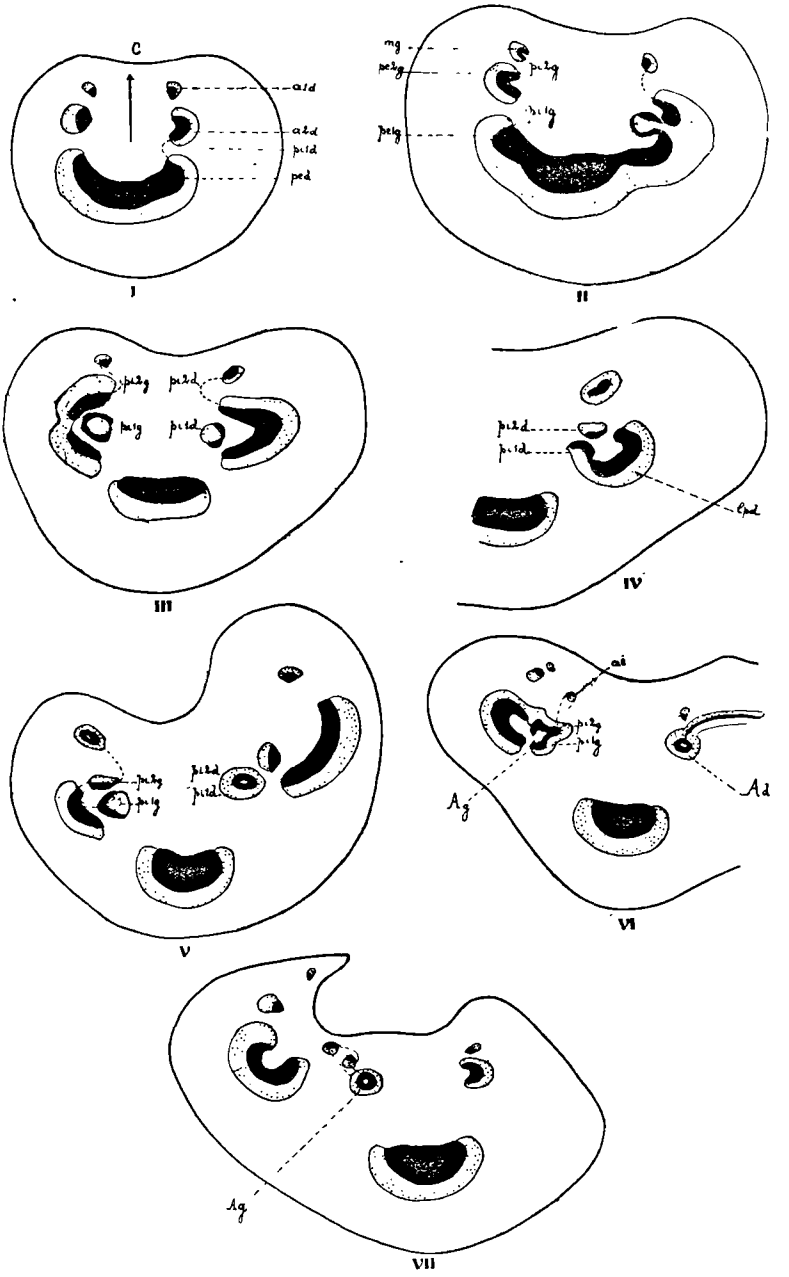


PLANCHE I. — *Rubus Idæus.* — Série ascendante de coupes dans le rachis, au niveau de l'émission des folioles latérales.

(Lire *a* 1 *d* au lieu de *a* 2 *d*, *a* 2 *d* au lieu de *a* 1 *d*.)

Les trois régions saillantes signalées plus haut constituent les régions d'émission de la chaîne. La région du pli externe se détache du faisceau *P* constituant le faisceau *lpd* (ou *lpg*). Au moment de l'émission d'une foliole latérale on constate les faits suivants (les lettres se rapportent au côté gauche des figures de la planche I) :

Les premier et deuxième plis externes (*pe* 1 *g*, *pe* 2 *g*) entrent en contact, de sorte que la région du premier pli interne (*pi* 1 *g*) qui les sépare se trouve rejetée à l'intérieur de la chaîne, elle est constituée par un noyau libérien que tendent à entourer des éléments ligneux (*fig.* III, *Pl. I*); plus haut, le bois se localise à la face supérieure du système (*fig.* IV).

La majeure partie du deuxième pli interne est constituée aux dépens d'éléments du faisceau *a* 1 *g*, le bois dans cette région est orienté vers la face inférieure de l'organe (*fig.* IV).

L'ensemble formé par les éléments du premier pli interne (auxquels s'ajoute parfois un faisceau détaché de *lpg*) et du deuxième pli interne est disposé suivant un anneau dont les régions ligneuses seraient tournées vers le centre et les régions libériennes vers la périphérie ; les différents éléments de cet anneau se soudent en un massif à bois central et à liber périphérique (*Ag*) (*fig.* VII, *Pl. I*).

Le faisceau postérieur de la nervure émise est constitué par les

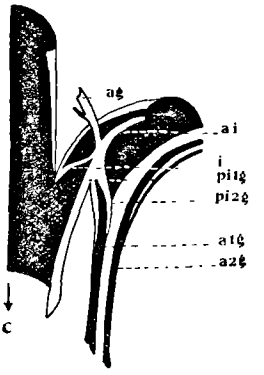


Fig. 46. — *Rubus Idæus.* — Parcours des faisceaux au niveau de l'émission d'une foliole latérale.

éléments des deux plis externes (*pe* 1 *g*, *pe* 2 *g*). Le faisceau antérieur externe est constitué aux dépens de la région marginale, le faisceau antérieur interne *ai* se détache de l'anneau *Ag* (*fig.* VI).

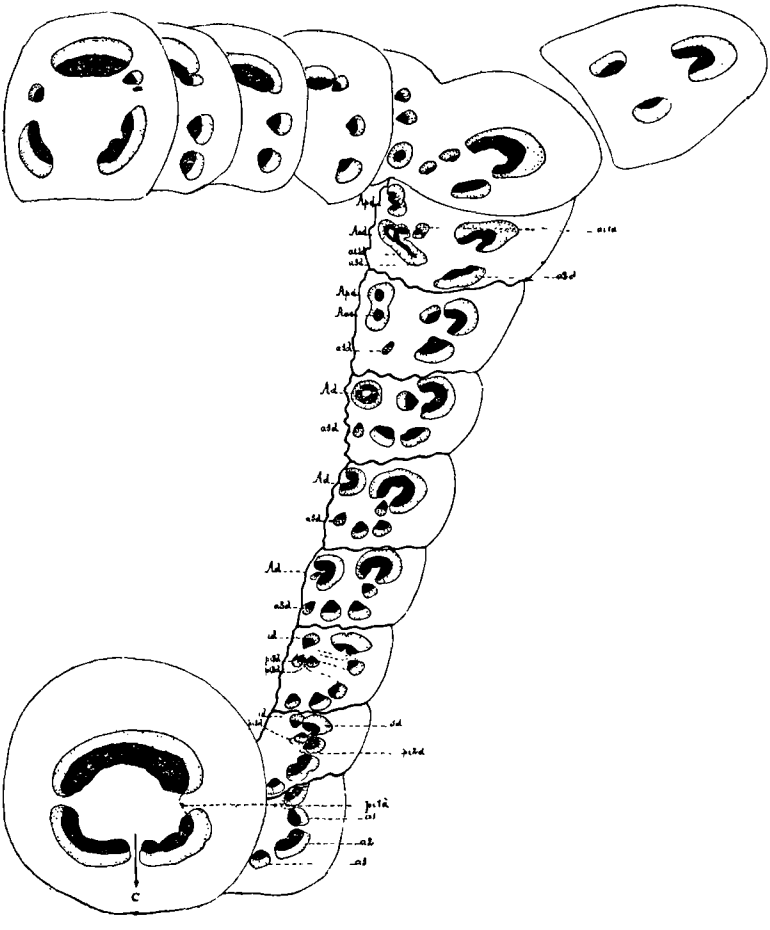


PLANCHE II. — *Rubus platyphyllos.* — Série de coupes du rachis au niveau de l'émission des folioles : à la région inférieure de la figure, aspect du rachis avant l'émission; à la région supérieure, aspect du rachis après l'émission ; dans le coin supérieur droit, la foliole émise; entre ces diverses sections, les aspects de la portion du système vasculaire qui joue un rôle dans l'émission des faisceaux [1].

---

[1] Par suite des nécessités du dessin, la face antérieure a été orientée vers le bas, le côté étudié est donc le côté gauche du rachis et non le côté droit, comme l'exposant *d* de certaines notations le ferait penser.

La chaîne foliaire du rachis médian est constituée, après l'émission des folioles latérales, par un faisceau postérieur et deux faisceaux antérieurs résultant de l'ouverture d'anneaux tels que *Ag*.

Généralement, le mode d'émission de la deuxième paire de folioles est plus simple que celui que nous venons de décrire et sensiblement analogue à celui du *R. Parkeri*. Il en est de même pour les grosses nervures de la foliole terminale et des folioles latérales. Les petites nervures se détachent de la région marginale. A la région supérieure des folioles, la trace se réduit à un arc ouvert.

Deuxième exemple. — *Rubus platyphyllos* Weihe (*Pl. II*).

Le faisceau postérieur se divise en trois faisceaux, un médian et deux latéraux; les deux faisceaux latéraux ainsi formés se subdivisent chacun en deux autres (*sd*, *id*). Les faisceaux antérieurs se divisent chacun en trois autres que nous désignerons d'arrière en avant par les notations *a* 1, *a* 2, *a* 3.

Les plissements se forment comme dans le cas précédent : d'abord un premier pli interne jalonné par les éléments provenant des extrémités libres de l'arc postérieur *pi* 1 *d*, puis un deuxième pli interne *pi* 2 *d* situé entre les faisceaux *a* 1 *d* et *a* 2 *d*. Les sommets des premier et deuxième plis internes se détachent des autres éléments de la chaîne et constituent avec le faisceau *ig* un anneau fermé *Ad*. L'anneau ainsi formé se divise en deux autres, l'un antérieur *A ad*, l'autre postérieur *A pd*. L'anneau *A ad* émet deux faisceaux qui constituent, l'un le faisceau *a* 1 *d*, l'autre une partie du faisceau *ai* 2 *d* de la nervure émise; l'anneau *A pd* s'ouvre et se divise en deux faisceaux, l'un qui s'unit au faisceau postérieur du rachis principal, l'autre à l'anneau *A ad* pour constituer le faisceau antérieur du nouveau mériphylle.

Les éléments de la nervure émise sont constitués de la manière suivante :

1° Le faisceau postérieur, par les sommets des plis externes;

2° Les faisceaux antérieurs externes par le faisceau *a* 2 qui se bifurque (plus haut, les faisceaux antérieurs se fusionnent en un seul);

3° Les faisceaux antérieurs internes : le faisceau *ai* 1 *d* exclusivement par un faisceau détaché de l'anneau *A ad*, le faisceau *ai* 2 *d* à la fois par un faisceau détaché de *A ad* et par le faisceau *a* 3 *d*.

En résumé, les chaînes foliaires des *Rubus* présentent tous les degrés intermédiaires entre les chaînes non plissées et les chaînes à plissements complexe , sans pourtant présenter de plissements de l'arc antérieur ni même d'arc antérieur dont les éléments demeurent dans le rachis après l'émission des folioles latérales.

Aruncus.

(*Spiræa Aruncus* L. — *Aruncus silvester* Kostel.)

La complexité morphologique des feuilles de l'*Aruncus silvester* coïncide avec la multiplication du nombre des plissements et l'existence d'un arc antérieur très développé.

Les plissements, comme chez les *Rubus*, n'apparaissent qu'un peu au-dessous des points d'émission des rachis ou des nervures latérales pour disparaître au-dessus de ce niveau.

La chaîne, entre deux points d'émission, est constituée par des faisceaux distincts distribués suivant un anneau fermé. Dans le pétiole, cet anneau présente une forme ovale, aplatie parallèlement au plan du limbe. Dans les mériphylles suivants, il présente au contraire un aplatissement de plus en plus accentué dans un plan perpendiculaire au plan du limbe.

FORMATION DE LA CHAÎNE A PARTIR DES FAISCEAUX VENANT DE LA TIGE.

Le pétiole reçoit de la tige un nombre de faisceaux variable, lié au développement de la feuille et d'autant plus faible que la feuille

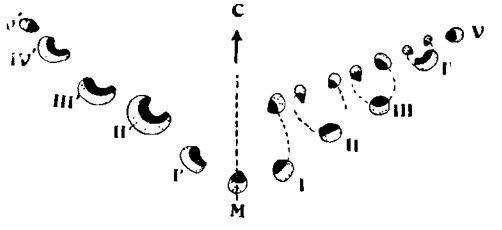


Fig. 47. — *Spiræa Aruncus* (*Aruncus silvester*). — Section des faisceaux à la base du pétiole. Le côté gauche de la figure représente un niveau inférieur à celui du côté droit.

étudiée est plus rapprochée des organes floraux. L'ensemble de ces faisceaux est d'abord disposé suivant un arc de cercle dont la

concavité est tournée vers la face supérieure de l'organe. Chacun

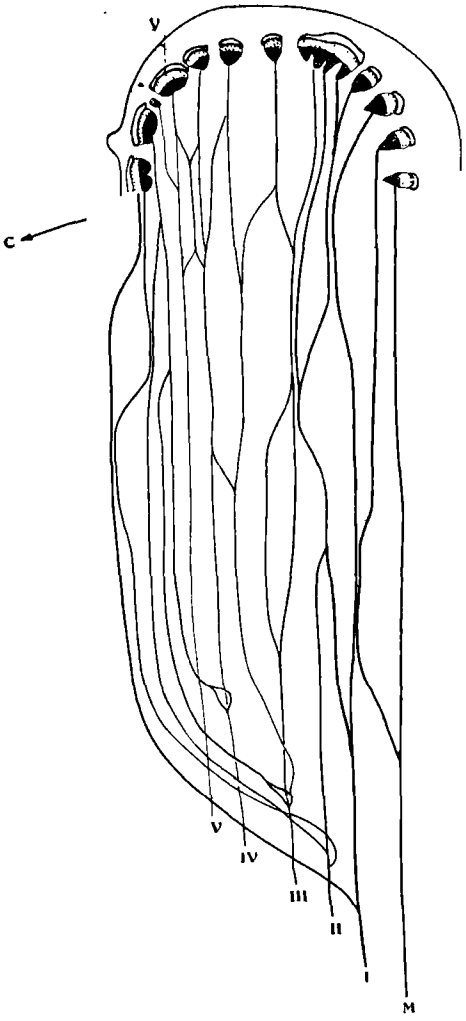


PLANCHE III. — *Spiræa Aruncus.* — Parcours des faisceaux à la base du pétiole. I, II, III, IV, V, faisceaux venus de la tige. — L'observateur est supposé situé dans la partie droite du rachis en examinant le parcours des faisceaux du côté gauche.

de ces faisceaux présente une courbure qui va en s'accentuant, ce qui amène tantôt leurs deux extrémités, tantôt l'une d'elles seule-

ment, dans une position telle que leur bois est placé vers la face supérieure de l'organe (*fig.* 47); les éléments ainsi orientés se détachent du reste du faisceau et occupent une position de plus en plus antérieure. Les faisceaux extrêmes (V, V'), à droite et à gauche, ne se divisent pas à ce niveau.

Bientôt les éléments de la chaîne sont disposés suivant une ligne circulaire, présentant d'ailleurs une dépression dans sa région antérieure. Le bois de chacun des faisceaux est tourné vers l'intérieur de l'organe. Si l'on réunit par une droite les deux faisceaux extrêmes, on constate que de part et d'autre de cette ligne on trouve des éléments appartenant vers le bas aux mêmes faisceaux foliaires. Nous appellerons système antérieur, la portion de chaîne située en avant de cette ligne; système postérieur, la portion située en arrière de cette ligne.

Les faisceaux du système postérieur tendent à se diviser et à occuper un secteur de plus en plus étendu; ceux du système antérieur tendent au contraire à se condenser et à se fusionner.

C'est ainsi que, dans le cas de la planche III, le système antérieur est constitué par quatre faisceaux, le système postérieur par quinze faisceaux (cette planche ne présente en effet que le parcours des faisceaux de la partie droite du pétiole, supposé vu par un observateur placé dans la partie gauche de l'organe).

STRUCTURE DU RACHIS PRINCIPAL DANS LA RÉGION D'ÉMISSION DES RACHIS LATÉRAUX.

1. *Remarques générales.* — Un peu au-dessous du point d'émission des rachis latéraux, le système antérieur qui, comme nous l'avons vu, était très condensé dans la majeure partie du pétiole, tend à occuper un secteur plus étendu.

A droite et à gauche de la chaîne, on constate l'établissement d'un certain nombre de plissements atteignant à la fois le système antérieur et le système postérieur.

Les régions plissées droite et gauche sont séparées en arrière par un arc non plissé très développé; en avant, elles sont presque contiguës.

Les plissements se forment symétriquement par rapport à un pli (pli moyen) constitué généralement en majeure partie par les élé-

ments des faisceaux extrêmes venus de la tige. Les plissements internes et externes alternent de part et d'autre de ce *pli moyen.*

Typiquement, un pli externe est flanqué en avant et en arrière d'un pli interne.

Le sommet d'un pli externe fournit un faisceau ou un groupe de faisceaux au côté externe du rachis latéral.

Le sommet d'un pli interne reste dans le rachis principal.

La portion de tissu vasculaire comprise entre le pli externe et le pli interne fournit un faisceau au côté interne du rachis latéral.

2. *Émission de la première paire de rachis latéraux.* — Le sommet du *pli moyen* fournit au rachis latéral étudié un groupe de faisceaux du côté externe *pem* (*Pl. IV*).

Les premiers plis internes antérieur et postérieur (*pi* 1 *a*, *pi* 1 *p*) se fusionnent en un massif unique. De ce massif se détachent deux faisceaux (*ia* 1, *ip* 1) qui vascularisent le côté interne du rachis latéral et deux faisceaux (*ma*, *mp*) qui restent dans le rachis médian.

La région du deuxième pli interne antérieur donne naissance à deux faisceaux, l'un qui vascularise le côté interne du rachis latéral (*ia* 2), l'autre qui reste dans le rachis médian.

La région du deuxième pli interne postérieur se divise de même en un faisceau (*ip* 2) qui se place à la région interne du rachis émis et un faisceau qui reste dans le rachis médian.

Les éléments des premiers plis externes antérieur et postérieur (*ea* 1, *ep* 1) vascularisent le côté externe du rachis latéral et flanquent en avant et en arrière les éléments du pli moyen. Ceux des deuxièmes plis externes, antérieur et postérieur, se placent respectivement en avant et en arrière des précédents.

Il existe donc, jusqu'à ce niveau, une remarquable symétrie des différents faisceaux par rapport à une surface qui passerait par le pli moyen entre les premiers plis internes, antérieur et postérieur. Les éléments du système antérieur se plissent donc de la même façon que ceux du système postérieur et leur parcours est analogue à celui de ces derniers. Les différences proviennent du plus faible développement du système antérieur.

Dans les rachis latéraux, tend à s'établir une autre surface de symétrie, perpendiculaire à la première, et qui passe par les faisceaux

provenant du deuxième pli externe antérieur d'une part, du deuxième pli externe postérieur d'autre part. Cette surface de symétrie, qui correspond à celle que nous avons rencontrée jusqu'à maintenant dans les types précédents, tend à devenir de plus en plus marquée à mesure que l'on s'éloigne du point d'insertion du rachis.

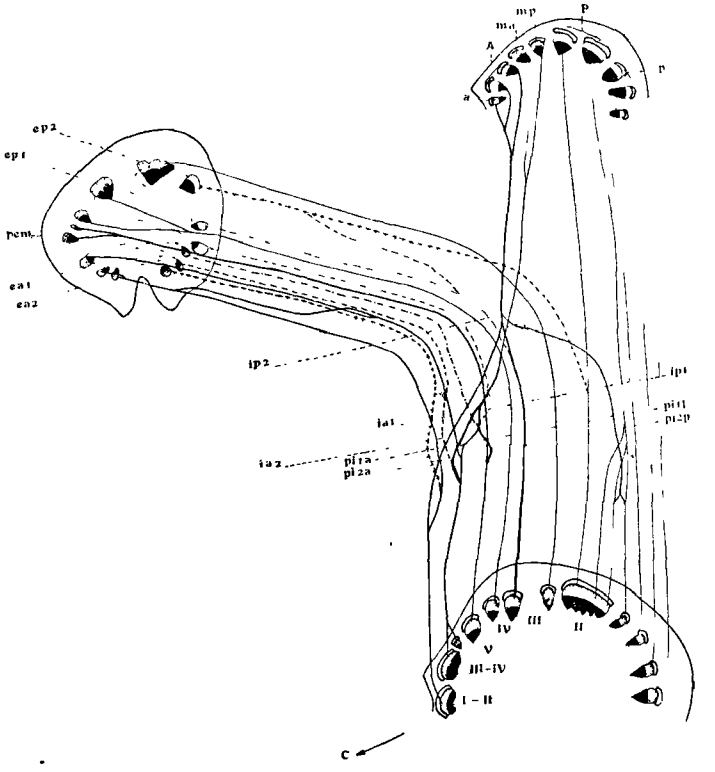


Planche IV. — *Spiræa Aruncus.* — Parcours des faisceaux du côté droit du rachis primaire au niveau de l'émission de la première paire de rachis latéraux : *pem*, pli externe moyen; *pi* 1 *a*, premier pli interne antérieur; *pi* 2 *a*, deuxième pli interne antérieur; *pi* 1 *p*, premier pli interne postérieur; *pi* 2 *p*, deuxième pli externe postérieur; *ea* 1, faisceau externe antérieur, etc.

Au niveau où ces rachis présentent à leur tour des ramifications (ramifications de troisième ordre) la portion de leur chaîne qui provient du système postérieur du rachis principal garde la forme d'un arc simple.

Du côté externe, les éléments provenant du pli moyen et du

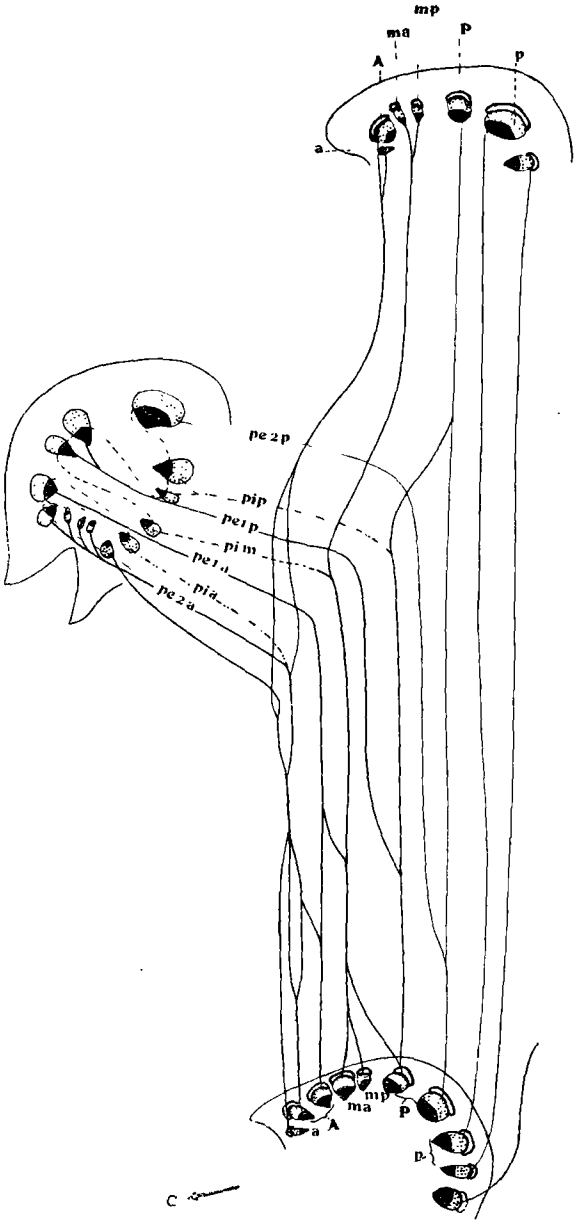


PLANCHE V. — *Spiræa Aruncus.* — Parcours des faisceaux du côté droit du rachis primaire au niveau de l'émission de la deuxième paire de rachis latéraux.

système antérieur du rachis principal présentent une série de plis d'où partent les faisceaux qui se rendent dans le rachis tertiaire.

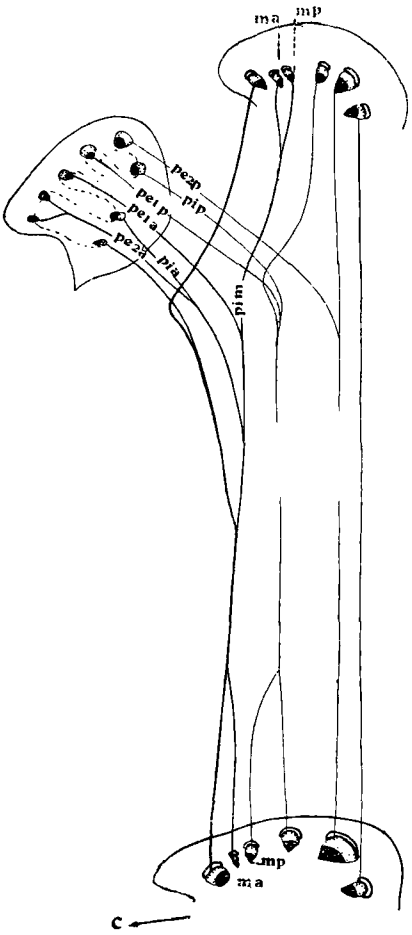


PLANCHE VI. — *Spiræa Aruncus.* — Parcours des faisceaux du côté droit du rachis primaire au niveau de l'émission de la troisième paire de rachis latéraux.

Du côté interne, les faisceaux provenant des premiers plis internes antérieur et postérieur s'unissent et constituent un pli externe séparé de la région terminale (marginale) de la chaîne par une région plus intérieure (pli interne).

3. *Émission de la deuxième paire de rachis secondaires* (*Pl. V*). — Au moment de l'émission de la deuxième paire de rachis secondaires, le rachis principal présente les mêmes plissements qu'au niveau de l'émission de la première paire de rachis, à cette différence près que le pli moyen ne se forme pas. Tout se passe comme si les premiers plis internes, antérieur et postérieur, n'étant plus séparés par un pli moyen, étaient fusionnés en un pli interne unique (*pim*) qui sépare les premiers plis externes, antérieur et postérieur. La répartition des éléments des divers plissements entre le rachis médian et les rachis latéraux se fait de la même façon qu'à la précédente ramification; la seule différence est que le pli interne unique qui résulte de la fusion des premiers plis internes, antérieur et postérieur, se divise en deux faisceaux, l'un qui vascularise le bord interne du rachis latéral, l'autre qui reste dans le rachis médian.

4. *Émission de la troisième paire de rachis secondaires* (*Pl. VI*). — Les plissements sont sensiblement les mêmes qu'au niveau de l'émission de la deuxième paire de rachis secondaires, mais on constate les différences suivantes :

1° Le pli interne unique (*pim*), qui résulte de la coalescence des premiers plis internes, antérieur et postérieur, n'émet aucun faisceau dans le rachis latéral, mais tous ses éléments restent dans le rachis médian;

2° Tous les éléments du pli interne antérieur (homologue du deuxième pli interne antérieur des mériphylles précédents) se rendent dans le rachis latéral où ils constituent un faisceau du côté interne de la chaîne.

ASPECT DE LA CHAÎNE FOLIAIRE DANS LA RÉGION MOYENNE DES DIFFÉRENTS MÉRIPHYLLES.

Nous avons décrit plus haut la région moyenne du pétiole (premier mériphylle); dans les autres mériphylles, il est possible de distinguer les régions suivantes :

1° Une portion de chaîne postérieure (*p*), médiane, presque horizontale, constituée par un nombre variable de faisceaux (5, 3 ou 1). Elle n'a pas de rôle spécial au moment de l'émission des nervures, mais après l'émission de chaque rachis, deux faisceaux symétriques

se détachent de cette région pour renforcer à droite et à gauche les régions situées en avant de celle-ci.

De part et d'autre de cette région :

2° Une région d'émission postérieure (P), constituée généralement par deux faisceaux, qui fournissent, au moment de l'émission des rachis latéraux, les deux plis externes postérieurs et le pli interne qui les sépare.

3° Deux faisceaux intermédiaires (*ma*, *mp*) qui se détachent (à la base des mériphylles) des premiers plis internes, antérieur et postérieur (que ceux-ci soient libres ou fusionnés en un pli interne unique), et qui, au moment de l'émission d'un rachis latéral, se fusionnent l'un avec la région d'émission postérieure, l'autre avec la région d'émission antérieure.

4° Une région d'émission antérieure (A), constituée par deux ou un faisceau, qui fournit, au moment de l'émission d'un rachis latéral, les plis externes antérieurs et le pli interne qui les sépare.

5° Un faisceau antérieur (*a*) qui ne prend pas part aux plissements ni à l'émission des nervures et qui est parfois fusionné avec la région précédente.

En résumé, les Spirées de la section *Aruncus* présentent, dans leurs feuilles deux systèmes, l'un postérieur, l'autre antérieur, réunis par une région commune. Au niveau de l'émission des ramifications latérales, de part et d'autre de cette région, la chaîne présente les mêmes plissements plus ou moins nombreux suivant que les ramifications émises sont d'ordre plus ou moins élevé. Tout se passe comme si, à la région antérieure d'une chaîne analogue à celle des *Rubus* (*R. Idæus*, par exemple), se trouvait ajoutée une autre chaîne identique à elle et qui en serait comme l'image vue dans une glace, à cette différence près que le secteur de chaîne qui sépare les points d'émission de l'arc postérieur est beaucoup plus développé que celui qui sépare ceux de l'arc antérieur.

Il semble donc qu'entre le système postérieur et le système antérieur on peut faire passer une surface de symétrie perpendiculaire à la surface de symétrie normale; cette surface de symétrie secondaire se trouve passer par les éléments des faisceaux extrêmes venus de la tige, de part et d'autre desquels les faisceaux du pétiole ont la même origine.

Il n'y a pas ici de différences profondes entre les rapports des faisceaux de la tige avec ceux du pétiole et les rapports des faisceaux du rachis primaire avec ceux des rachis secondaires.

Spiræa Sorbifolia L.

(*Sorbaria Sorbifolia* A. Br.)

Les Spirées de la section *Sorbaria* possèdent des feuilles analogues à celles du Sorbier des oiseaux, donc peu complexes au point de vue de la forme extérieure.

Au point de vue anatomique, l'arc antérieur y est très développé.

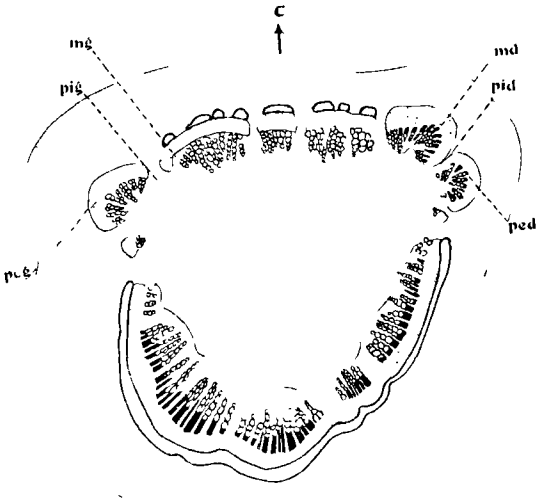


Fig. 48. — *Sorbaria Sorbifolia*. — Section du sommet du pétiole.

On constate l'existence, de chaque côté, de deux régions d'émission distinctes (*ped*, *md* à droite, *peg*, *mg*, à gauche) séparées par un pli interne (*pid*, *pig*). Ce dispositif semble une réduction du type précédent, lié à la faible complication morphologique de la feuille.

CONCLUSIONS CONCERNANT LES ROSACÉES.

Quelles relations peut-on mettre en évidence entre les types de structure si variés que nous venons de passer en revue et la place que la Systématique assigne aux genres étudiés?

Les appareils conducteurs foliaires les plus complexes se rencontrent chez les genres qui, par ailleurs, présentent des caractères primitifs. Les feuilles des *Spirées* de la section *Aruncus*, dont la fleur présente des carpelles distincts, semblent même posséder certains caractères des tiges. D'autres types à follicules nombreux pluriovulés présentent des chaînes ouvertes mais plissées.

D'une manière générale, les chaînes dont la partie postérieure est constituée par un arc libéroligneux, se rencontrent chez les types ligneux et à fruit charnu; les chaînes dont l'arc postérieur est représenté par des faisceaux distincts se rencontrent chez les types herbacés et à fruit sec.

Dans la série des plantes à fruit sec, les chaînes où les plissements sont les plus atténués se rencontrent chez les types où les carpelles sont étroitement enveloppés par le tube calicinal (*Agrimonia*, *Sanguisorba*).

Dans la série des plantes arborescentes à fruit charnu pluricarpellés et à ovaire infère, les types où l'inférovarie est le moins accentuée (*Sorbus*, *E. i botrya*, *Ph ti ia*) sont ce x où les plissements sont le plus accentués. Chez les types unicarpellés (et à carpelle uniovulé donnant naissance à une drupe) la chaîne foliaire ne présente pas de plissements.

D'une façon générale, **dans les diverses tribus, à des chaînes simplifiées correspondent des types de structure florale plus élevée.**

A un point de vue plus spécial, on notera que nous avons été amené à décrire dans des catégories très distinctes les représentants des types des diverses sections du genre *Spiræa*, ce qui justifie l'établissement des genres *Ulmaria*, *Holodiscus*, *Aruncus* déjà proposé en se basant sur des arguments tirés de la structure florale.

DEUXIÈME PARTIE.

L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES CHRYSOBALANÉES.

Les chaînes foliaires des différentes Chrysobalanées présentent un certain nombre de caractères communs. Elles sont toujours complètement fermées en avant; leur région antérieure très développée présente généralement une saillie vers l'intérieur de l'organe, qui peut aboutir à des systèmes intérieurs, de structure en apparence très variée, mais qui tous proviennent d'un surcroît de développement de la région antérieure.

Les éléments ligneux de ces chaînes sont des vaisseaux, d'ailleurs très peu nombreux, et, surtout des fibres à lumière étroite apparues plus tardivement et qui constituent un procédé d'adaptation à la sécheresse très répandu, dans les différents groupes, chez les feuilles persistantes et coriaces. Il semble que le développement de la chaîne est en relation avec la nécessité physiologique de compenser le nombre réduit des vaisseaux et la petitesse du calibre des fibres par une multiplication de ces derniers éléments.

Nous décrirons un certain nombre de types qui nous permettront de suivre une série de modifications de la structure de la chaîne foliaire.

Hirtella triandra Sw.

A la base du pétiole, la chaîne est constituée par un anneau libéro-ligneux continu, d'où se détachent, en avant à droite et à gauche, un anneau plus petit. Au sommet du pétiole, ces anneaux antérieurs s'insèrent dans l'anneau principal sensiblement aux points où ils s'en étaient détachés.

A ce niveau, la chaîne présente un arc antérieur très développé, légèrement déprimé, en son milieu, vers l'intérieur de l'organe et

limité par deux régions plus saillantes (*fig.* 49, *md*, *mg*) correspondant aux deux anneaux antérieurs du pétiole; en arrière, on remarque deux légères saillies symétriques (*ed*, *eg*) séparées des

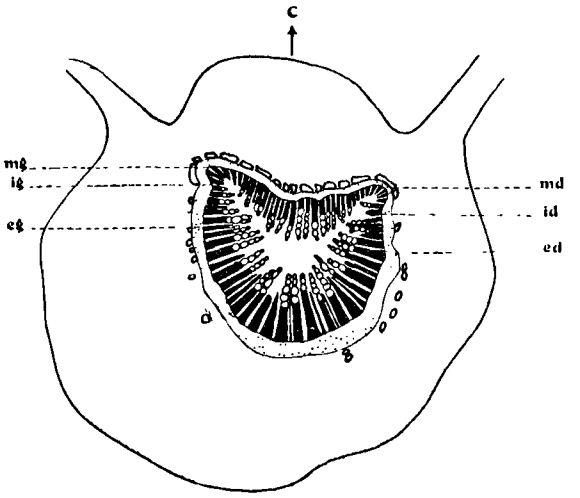


Fig. 49. — *Hirtella triandra.* — Section transversale de la feuille au sommet du pétiole.

régions marginales par une dépression (*id*, *ig*); saillies et dépressions semblent correspondre respectivement aux plis externes et internes décrits chez les Rosacées; mais ici les régions marginales seules contribuent à constituer les faisceaux des nervures.

Hirtella glandulosa Spreng.

La chaîne présente, au sommet du pétiole, les mêmes régions que chez *H. triandra*, mais la dépression de l'arc antérieur est beaucoup plus accentuée que chez ce dernier type; les demi-arcs antérieurs, droit et gauche, sont repliés à partir des régions marginales, suivant des directions sensiblement parallèles à celles des régions latérales de l'arc postérieur; à leur point de contact, tend à s'isoler un noyau libérien (*m*), plus ou moins entouré de fibres ligneuses, mais qui ne constitue pas pourtant un système intérieur.

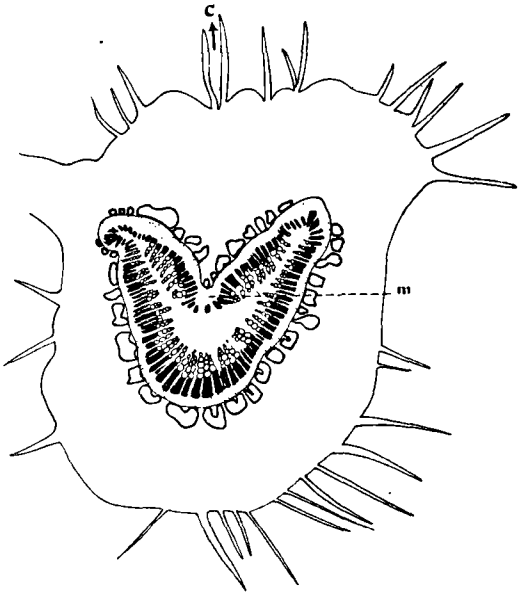


Fig. 50. — *Hirtella glandulosa.* — Section transversale de la feuille au sommet du pétiole.

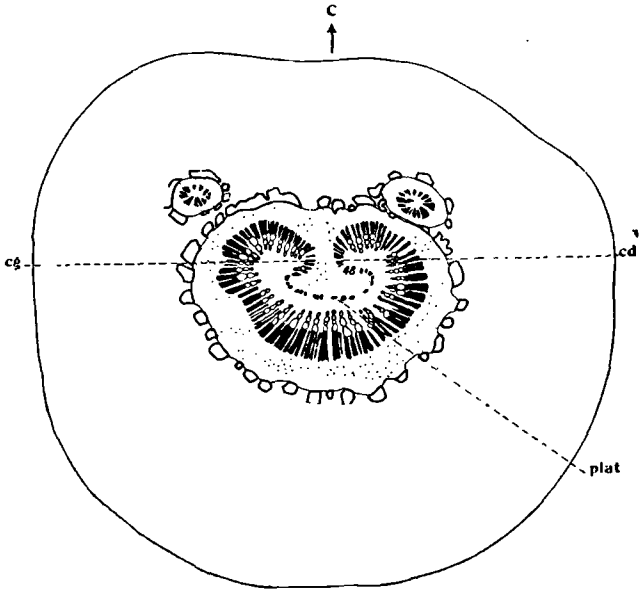


Fig. 51. — *Parinarium excelsum.* — Section transversale de la feuille au sommet du pétiole.

Parinarium excelsum Sabine.

La saillie que présente l'arc antérieur vers l'intérieur de l'organe devient volumineuse et présente une constriction très forte dans la région où elle se rattache à la portion périphérique de la chaîne; sa région postérieure s'étend horizontalement, constituant un *plateau* (*fig.* 51, *plat*) limité par deux *arêtes* droite et gauche (*ard*, *arg*) qui se relient au reste de la chaîne par deux lignes courbes en forme de *crosses* (*cd*, *cg*). Ce plateau est tapissé sur sa face interne par des fibres ligneuses; dans la concavité des crosses, on trouve, outre ces fibres ligneuses, des vaisseaux du bois.

En avant, on constate l'existence, même au sommet du pétiole, de deux anneaux fermés symétriques, formés comme chez les *Hirtella*.

Parinarium polyandrum Benth.

Vers le milieu du pétiole, la forme de la chaîne est la même que chez le *P. excelsum;* plus haut elle présente les modifications suivantes :

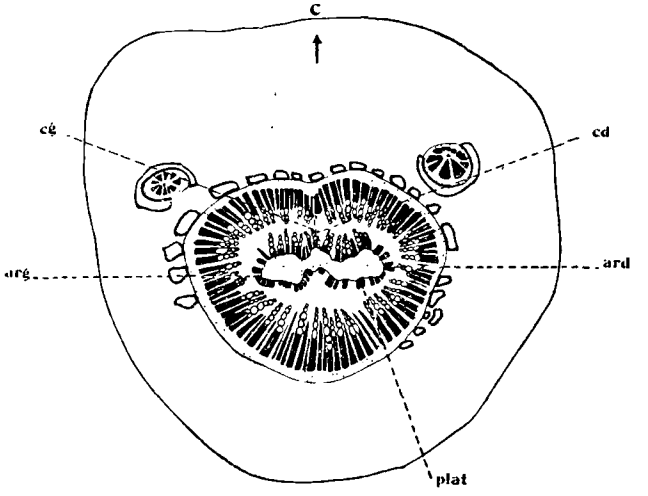


Fig. 52. — *Parinarium polyandrum.* — Section transversale de la feuille au sommet du pétiole.

Les crosses (*cd*, *cg*) arrivent en contact; la continuité de la chaîne est interrompue suivant ce point de contact; les tronçons symé-

triques se soudent; d'où la fermeture de la chaîne en avant et l'inclusion à l'intérieur d'un anneau *périphérique* d'une masse libéro-ligneuse (*masse médullaire*) à liber central et à bois périphérique (*fig.* 52). A la région postérieure de cette dernière, le bois n'est représenté que par des fibres; à sa région antérieure, outre les fibres qui se trouvent au contact de la zone cambiale (*fi*), on rencontre, en avant de ces dernières, de gros vaisseaux du bois.

Formation de la chaîne à partir des faisceaux venus de la tige. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui se recourbent de manière à constituer autant d'anneaux fermés.

Les anneaux latéraux émettent deux anneaux plus petits (*ad*, *ag*), puis s'entr'ouvrent sur leur face intérieure en *ard*, *arg* (*fig.* 53).

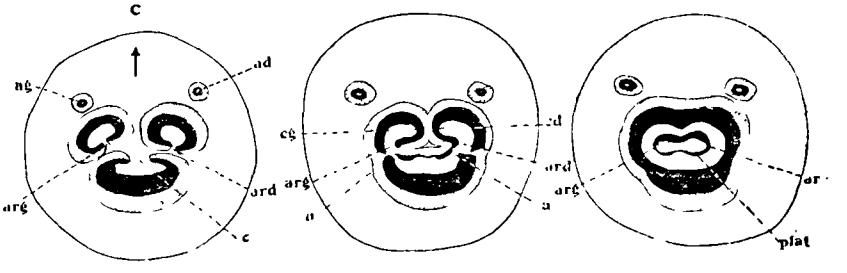


Fig. 53, 54, 55. — *Parinarium polyandrum.* — Série ascendante de sections transversales à la base du pétiole.

L'anneau médian est incomplètement fermé en avant en *o*, ses éléments les plus rapprochés de ce point à droite et à gauche se séparent en *u*, *u'* (*fig.* 54) de sa région postérieure. Les portions des anneaux latéraux et de l'anneau médian situées respectivement en arrière des points *ard*, *arg* et *u*, *u'* s'unissent bord à bord; leurs portions situées en avant de ces points s'unissent également; les éléments provenant des extrémités de la pièce médiane constituent le plateau; leur point de soudure avec les pièces latérales, les arêtes de ce plateau; les portions des pièces latérales, qui conservent leur courbure primitive, constituent les crosses.

Émission des nervures. — 1° Les premières nervures se détachent des anneaux antérieurs;

2° Lorsque les anneaux antérieurs sont épuisés, elles se détachent

des régions antérieures, droite et gauche, du système périphérique; le système intérieur joue un rôle important dans l'émission des grosses nervures, rôle analogue à celui qu'il joue chez le *Licania micrantha* que nous décrivons plus bas.

Licania leptostachya Benth.

L'arc antérieur présente en son milieu un noyau libérien très développé, tapissé sur sa face postérieure par quelques fibres ligneuses et sur sa face antérieure par des fibres et par de gros vaisseaux ligneux qui tendent à l'enserrer plus ou moins complètement; il ne devient pourtant jamais indépendant du système périphérique.

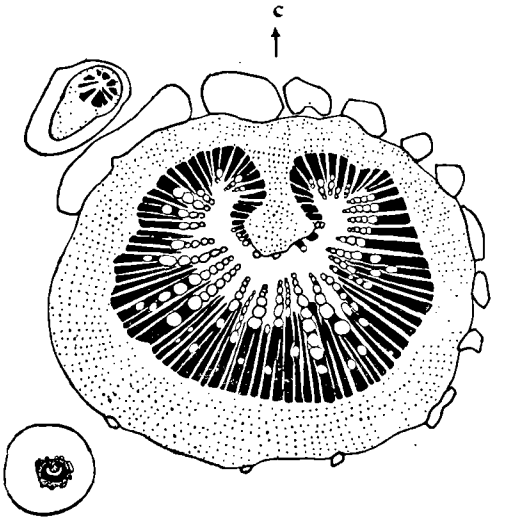


Fig. 56. — *Licania leptostachya.* — Section transversale de l'appareil conducteur au sommet du pétiole; à la région inférieure, section d'ensemble du pétiole.

Dans le pétiole, on constate l'existence de deux anneaux antérieurs très petits, parfois, comme dans le cas de la figure 56, d'un seul anneau asymétrique.

Licania micrantha Miq.

Un système intérieur constitué par une masse libérienne centrale complètement entourée de fibres ligneuses et présentant, de plus,

des vaisseaux dans sa région antérieure, se différencie à partir des faisceaux foliaires de la même manière que chez le *Parinarium polyandra.*

Émission des nervures. — Les petites nervures se détachent des régions marginales du système périphérique.

Les grosses nervures empruntent leurs éléments à la fois au système périphérique et au système intérieur.

Au-dessous du niveau où se détache une nervure latérale, les éléments du système périphérique, qui vont se rendre dans la nervure envisagée, se séparent du reste de la chaîne; il en résulte, chez les types dépourvus de système médullaire ou dont le système médullaire est peu développé, une solution de continuité, à la fois dans la chaîne de la nervure principale et dans celle de la nervure en voie de formation; dans ce cas, cette double brèche ne se ferme que peu

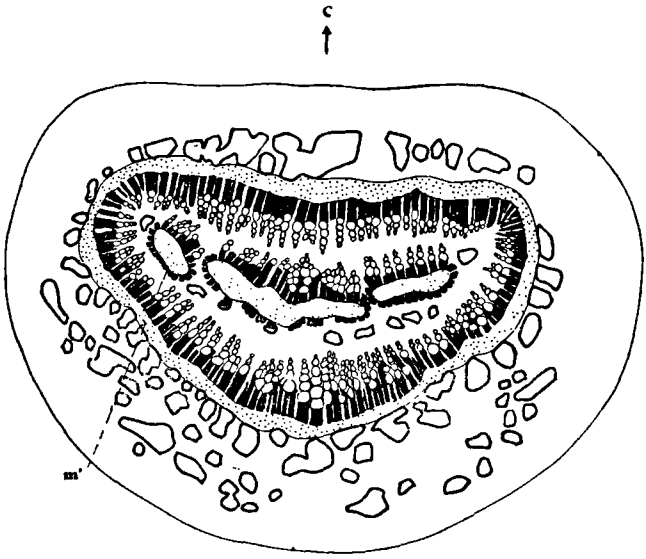


Fig. 57. — *Licania micrantha.* — Section transversale au sommet du pétiole.

à peu au-dessus de ce niveau par rapprochement des éléments de la chaîne qui la limitent. Dans le cas étudié, cette brèche ne se forme pas: un système intérieur (m'), détaché du système intérieur principal, se place au point où va se produire la séparation

entre les chaînes foliaires de la nervure principale et de la nervure latérale, de telle manière que sa partie interne (*fig.* 57) se met en continuité avec le système périphérique de la nervure principale, tandis que les éléments de sa face externe se mettent en continuité avec la portion qui se rend dans la nervure latérale; plus haut seulement, la séparation s'opère entre les éléments des deux nervures, sans qu'il en résulte de solution de continuité dans leur chaîne foliaire (*fig.* 57 *bis*).

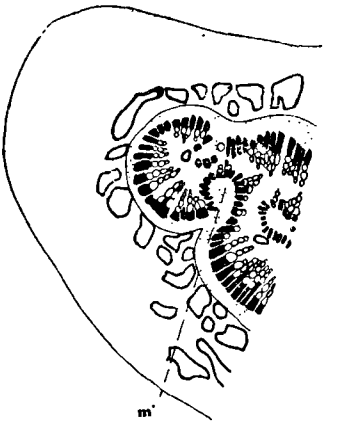


Fig. 57 *bis*. — *Licania micrantha*. — Émission d'une nervure latérale.

Au niveau de l'émission de chaque grosse nervure, une portion détachée du système intérieur constitue la partie latérale interne de sa chaîne; une autre partie de ce système passe dans le système périphérique et, lors de l'émission de la grosse nervure suivante, constituera la partie latérale externe de la chaîne de cette dernière.

Licania parviflora Benth.

La chaîne du *L. parviflora* présente un système médullaire qui se différencie de la même manière que dans les cas précédents. Vers le milieu de la nervure médiane, ce système émet en avant des saillies libériennes entourées complètement d'éléments ligneux; ces saillies tendent à constituer un système médullaire antérieur plus ou moins indépendant. Le système médullaire antérieur, et le système médullaire postérieur jouent tous deux, au moment de l'émis-

sion des grosses nervures, le même rôle que le système médullaire du *L. micrantha*.

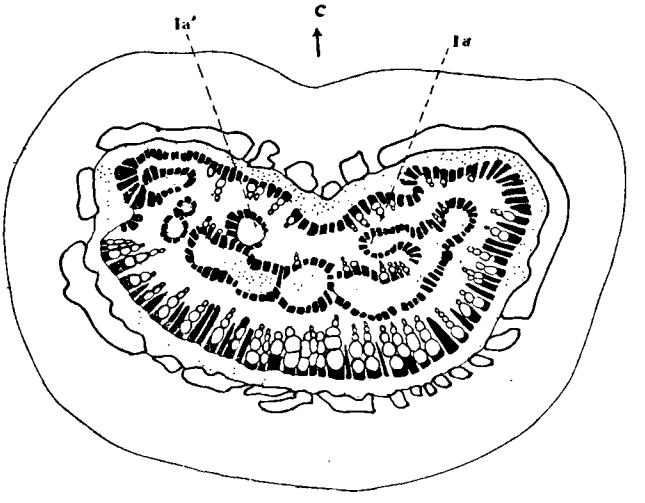


Fig. 58. — *Licania parviflora*. — Section transversale de la base de la nervure médiane.

Licania heteromorpha Benth.

Chez le *Licania heteromorpha*, les éléments ligneux du *plateau* ne se différencient plus; la masse médullaire est constituée simplement par une série horizontale de faisceaux dont le bois est tourné vers la face supérieure de l'organe. A la base du pétiole, la chaîne est disposée suivant un arc de cercle dont les extrémités sont recourbées en crosse vers l'intérieur; ces crosses (*fig. cd, cg*) entrent en contact par leur face convexe; la continuité de la chaîne se rompt suivant ce point de contact, les tronçons symétriques se soudent, d'où l'inclusion du système médullaire (*fig.* 59).

Les nervures latérales présentent très fréquement un système médullaire, d'ailleurs fort réduit, qui est une ramification du système médullaire de la nervure principale. Au niveau de l'émission d'une grosse nervure, de l'extrémité terminale du système médullaire se détachent de très petits fascicules qui constituent la région médullaire de la nervure émise (*me*). Les éléments du système intérieur les plus proches de ceux-ci (*me'*) constitueront la partie interne laté-

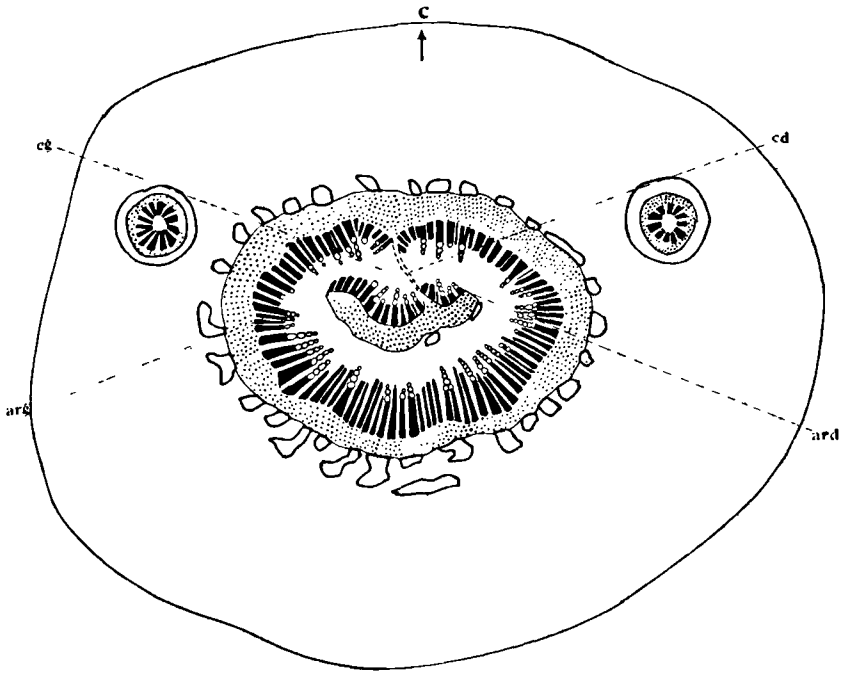


Fig. 59. — *Licania heteromorpha.* — Section transversale de la base du pétiole montrant la formation du système médullaire.

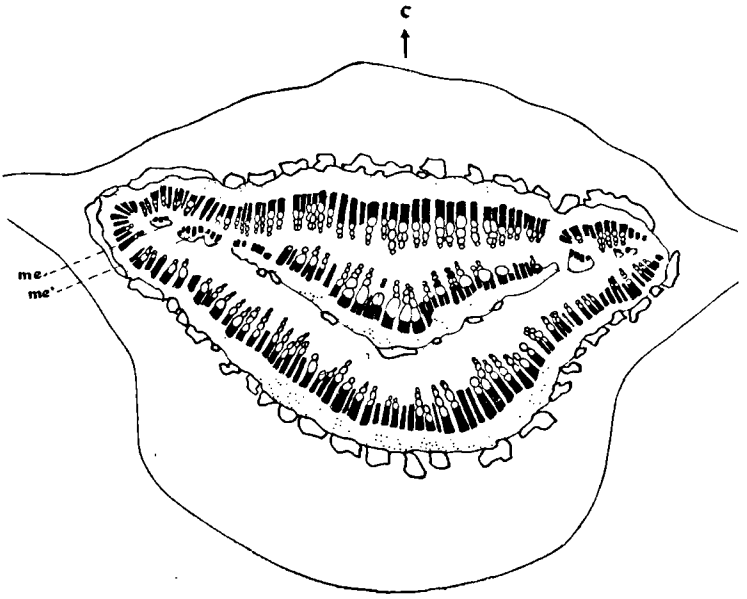


Fig. 60. — *Licania heteromorpha.* — Section transversale de la base de la nervure médiane.

rale de la nervure émise et combleront la brèche que cause, dans le système périphérique, l'émission de cette nervure.

Les faisceaux médullaires ont donc la même origine à la base du pétiole et se comportent de la même manière, lors de l'emission des nervures, que les systèmes intérieurs à liber central et à bois périphérique des types précédents.

Moquilea sclerophylla Mart.

Le système médullaire des feuilles du *M. sclerophylla* est constitué par une série de faisceaux disposés suivant un cercle concentrique au système périphérique. L'analogie de ce système intérieur avec une chaîne foliaire complète est encore soulignée par l'existence de faisceaux supplémentaires. Ces faisceaux, les uns intérieurs (milieu du pétiole : *fig.* 63), les autres antérieurs (tiers supérieur du pétiole : *fig.* 66) à ce cercle, occupent respectivement, par rapport à lui, la même position qu'occupent, par rapport au système périphérique, les faisceaux médullaires d'une part, les faisceaux corticaux d'autre part. Dans la région moyenne de la nervure principale, on constate l'existence de faisceaux latéraux (*l*, *l'* : *fig.* 67) qui se sont détachés du cercle intérieur de la même manière que les chaînes des nervures latérales se détachent de la chaîne de la nervure médiane.

Formation de la chaîne foliaire à partir de la base du pétiole. — A la base du pétiole, les faisceaux sont disposés suivant un arc de cercle dont les extrémités antérieures seraient enroulées plusieurs fois en spirale (*fig.* 61). Plus haut, les tours de spire extérieurs, droit et gauche, entrent en contact; les faisceaux ainsi juxtaposés se soudent; puis, deux faisceaux symétriques situés en avant, et deux faisceaux symétriques situés en arrière de ce premier point de contact s'unissent à leur tour (*fig.* 62). Il y a alors séparation entre un système périphérique et un système intérieur qui lui est concentrique; à l'intérieur de ce dernier se trouve inclus un certain nombre de faisceaux correspondant aux extrémités de la chaîne foliaire et les faisceaux des tours de spire externes, droit et gauche, par lesquels la soudure entre les deux parties symétriques de la chaîne a commencé (*fig.* 63 : *m*).

Les faisceaux inclus dans l'anneau médullaire s'insèrent progres-

Fig. 61.

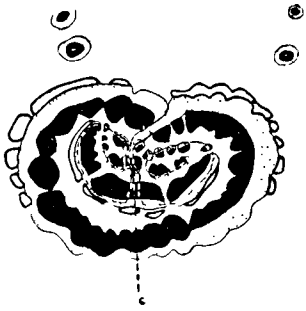


Fig. 62.

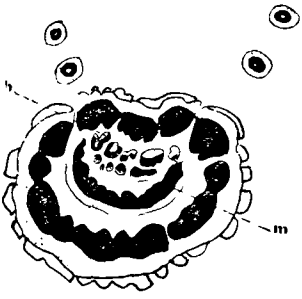


Fig. 63.

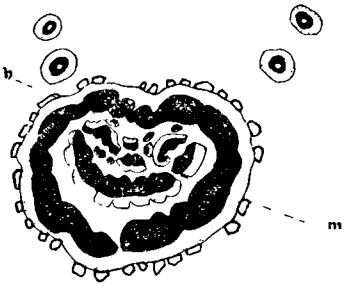


Fig. 64.

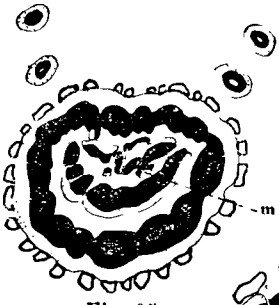


Fig. 65.

Fig. 66.

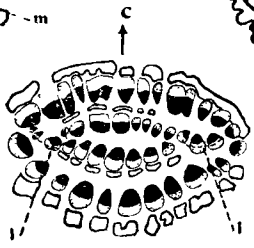


Fig. 67.

Fig. 61-66. — *Moquilea sclerophylla.* — Série ascendante de sections transversales de l'appareil libéroligneux du pétiole. — Fig. 67. — *Moquilea sclerophylla.* — Section transversale de l'appareil conducteur dans la région moyenne de la nervure médiane.

sivement (*fig.* 63, 64), entre les éléments de la région antérieure de cet anneau, tandis que d'autres faisceaux se séparent de cette dernière et se placent entre l'anneau médullaire et l'anneau périphérique (*fig.* 64 : *b*), plus haut, ces faisceaux à leur tour s'insèrent au milieu des éléments de la face antérieure du système périphérique (*fig.* 65). La feuille possède donc à un certain niveau deux anneaux libéroligneux emboîtés (*fig* 67).

De chaque côté, l'anneau intérieur présente une solution de continuité sur son bord antérieur, il en résulte une dissociation de l'anneau intérieur en deux régions : un vaste arc de cercle postérieur, dont les bords sont légèrement recourbés vers l'intérieur, et un arc de cercle antérieur plus petit, dont la concavité est tournée vers le précédent. De l'arc postérieur ainsi formé se détache à droite et à gauche une série de faisceaux, et, de l'arc antérieur, quelques éléments qui s'unissent à ceux-ci, constituant à droite et à gauche deux arcs symétriques dont les bords sont légèrement recourbés. L'arc postérieur et l'arc antérieur se rapprochent et reconstituent un anneau fermé. Le système conducteur comprend alors un système périphérique et un système intérieur constitué par un anneau fermé central, flanqué par deux arcs libéroligneux qui plus haut se disposent suivant une ligne horizontale (*fig.* 67 : *l*, *l'*).

Les éléments conducteurs des premières nervures sont constitués aux dépens d'anneaux fermés antérieurs, qui se différencient du reste de la chaîne dès la base du pétiole; ceux des nervures suivantes sont, quelle que soit leur importance, empruntés d'abord exclusivement au système périphérique. Vers le tiers inférieur de la nervure médiane, chaque système latéral interne (*l*, *l'*) contribue à former la chaîne des grosses nervures et comble les brèches faites au système périphérique par l'émission des nervures, de la même manière que le système interne du *Licania heteromorpha.*

A mesure que les systèmes latéraux intérieurs s'épuisent, ils sont remplacés par d'autres formations semblables détachées de l'anneau central. Mais, vers la région supérieure de la feuille, ce dernier tend à s'entr'ouvrir par le milieu de sa face antérieure; les deux demi-arcs antérieurs qui en résultent se réduisent de plus en plus et finissent par disparaître, de sorte que le système intérieur se trouve réduit à un arc unique, comme celui que l'on rencontre au sommet du pétiole du *Licania heteromorpha* ou du *Moquilea guianensis.*

Moquilea licaniæflora Hoock.

Chez le *M. licaniæflora*, le système intérieur est représenté par deux arcs de cercle concentriques (*fig.* 68 : CA, CP) qui jouent tous deux un rôle dans l'émission des grosses nervures (*Ca*, *Cp*).

On peut expliquer la structure de l'appareil conducteur des feuilles de ces deux *Moquilea* en partant d'un type analogue au *Licania parviflora*, décrit plus haut, qui possède vers le milieu de sa nervure médiane deux systèmes à liber central et à bois périphérique, l'un

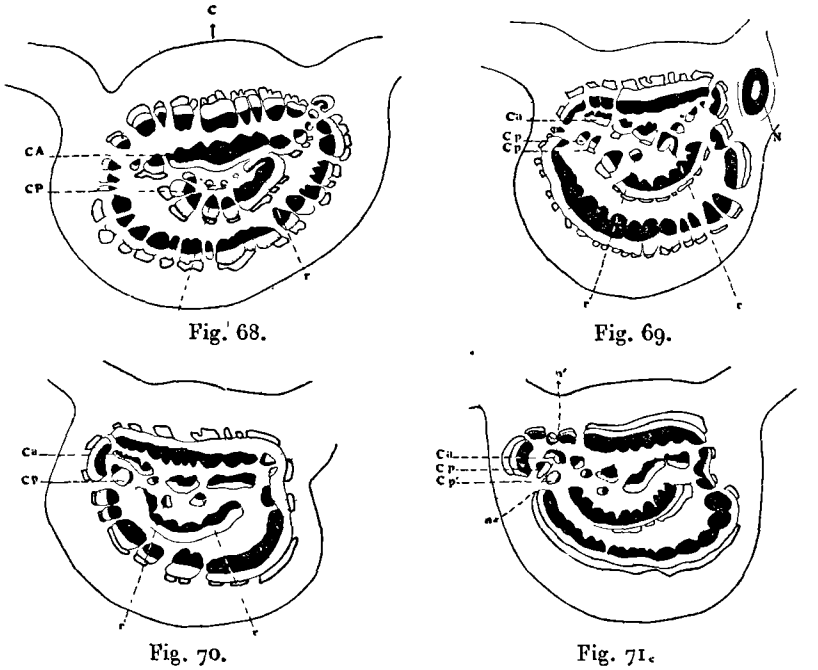


Fig. 68. Fig. 69.

Fig. 70. Fig. 71.

Fig. 68-71. — *Moquilea licaniæflora.* — Série ascendante de sections transversales de la nervure médiane montrant l'émission de la chaîne foliaire d'une nervure latérale; *r*, *r'*, faisceaux qui se détachent de l'arc postérieur et s'insèrent dans l'arc antérieur.

antérieur, l'autre postérieur. Le *Moquilea sclerophylla* en dériverait par disparition du bois de la face postérieure du système antérieur (*fig.* 67) et de la face antérieure du système antérieur, le *Moquilea licaniæflora* par disparition du bois de la face postérieure des deux systèmes (*fig.* 68).

Chrysobalanus Icaco L.

Chez le *C. Icaco*, la chaîne, au sommet du pétiole, est constituée par un anneau fermé, précédé de deux faisceaux antérieurs. Cet appareil conducteur, qui a été décrit comme un type simple par les auteurs, présente cependant un système médullaire réduit à un amas libérien qui n'a pas été signalé jusqu'à présent.

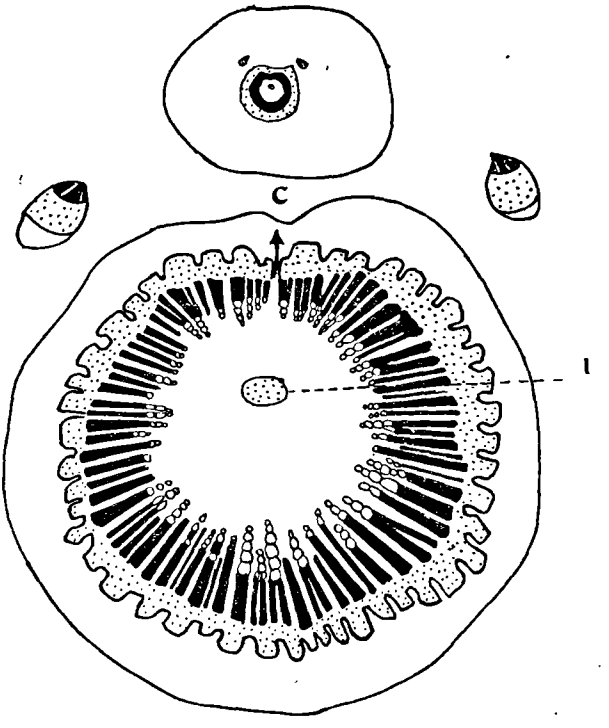


Fig. 72. — *Chrysobalanus Icaco.* — Section transversale de l'appareil conducteur de la région moyenne du pétiole montrant en son milieu un îlot libérien *l*; à la région supérieure, section d'ensemble du pétiole.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui se recourbent de manière à constituer trois arcs; l'extrémité antérieure de chacun des arcs latéraux s'unit à un faisceau détaché de l'extrémité correspondante de l'arc médian; c'est de ces points de contact que se détachent deux fascicules libériens droit et gauche qui s'unissent pour constituer l'îlot intérieur décrit plus haut, îlot qui présente donc les

mêmes connexions à la base du pétiole que les grands systèmes médullaires des types précédents.

La chaîne foliaire du *Chrysobalanus Icaco*, avec son massif intérieur bien différencié du système périphérique, présente un tout autre caractère que les chaînes de l'*Hirtella triandra*, de l'*H. glandulosa*, du *Parinarium excelsum*, dans lesquelles ce système intérieur n'est indiqué que par des saillies plus ou moins développées de l'arc antérieur. A l'encontre de ces dispositifs, qui semblent primitifs, elle se présente comme résultant de la réduction de formes plus complexes.

En résumé, une série de types de transition permet de passer insensiblement des chaînes à anneau simple aux chaînes à faisceaux médullaires les plus complexes en passant par les étapes suivantes :

1° Formation d'une saillie de l'arc antérieur vers l'intérieur de l'organe (*Hirtella triandra*, *H. glandulosa*, *Parinarium excelsum*, *Licania leptostachya*).

2° Formation d'un système intérieur à liber central et à bois périphérique (*Parinarium polyandra*, *Licania micrantha*).

Ce système intérieur peut présenter :

a. Soit l'une des modifications suivantes :

α. Un dédoublement en deux autres systèmes analogues à lui-même (*Licania parviflora*);

β. Une localisation du bois exclusivement à la région antérieure (*Licania heteromorpha*).

b. Soit simultanément un dédoublement et une localisation du bois sur l'une des faces de chacun des systèmes provenant de ce dédoublement, le bois du système postérieur étant toujours localisé à sa face antérieure, celui du système antérieur étant localisé :

α. A la face postérieure (*Moquilea sclerophylla*);

β. A sa face antérieure (*Moquilea licaniæflora*).

Les affinités de la chaîne foliaire des Chrysobalanées avec celles des Rosacées ne paraissent pas très étroites. Certaines chaînes de Rosacées présentent pourtant des caractères que nous retrouvons chez les Chrysobalanées : développement de l'arc antérieur chez les Spirées des sections *Sorbaria* et *Aruncus* (types à fruit sec) et chez les *Eriobotrya* (types à fruit charnu); réduction des deux régions d'émission de la chaîne à une chez nombre de Rosacées.

TROISIÈME PARTIE.

L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES LÉGUMINEUSES.

CHAPITRE I.

LES CHAÎNES FOLIAIRES DES LÉGUMINEUSES-CŒSALPINIÉES.

Pour la clarté de l'exposition, nous distinguerons :

1° Les chaînes plissées;
2° Les chaînes à systèmes corticaux;
3° Les chaînes à système médullaire;
4° Les chaînes à arc antérieur nul ou très réduit.

I. — LES CHAINES PLISSÉES.

1. — *Gymnocladus canadensis* Lamk.

Les feuilles de cet arbre sont bipennées et atteignent une très grande taille.

Les faisceaux sont distincts mais juxtaposés suivant une ligne circulaire déformée par un certain nombre de plissements, qui sont particulièrement accentués au-dessous du point d'émission des ramifications latérales.

L'arc postérieur présente à droite et à gauche deux régions symétriques plus saillantes vers l'extérieur, l'une antérieure (région marginale, *fig.* 73, *md*, *mg*), l'autre postérieure (pli externe *ped*, *peg*) séparées par une région plus intérieure (*pid*, *pig*).

L'arc antérieur très développé est fortement convexe vers l'intérieur de l'organe, tandis que ses extrémités communes avec les régions marginales font saillie vers l'extérieur.

Cette chaîne présente donc les mêmes plissements de l'arc pos-

térieur que celle des Rosacées vraies, son arc antérieur présente le même aspect que celui des Chrysobalanées.

Les sorties empruntent leurs éléments aux deux régions plus saillantes de la chaîne (pli externe et région marginale).

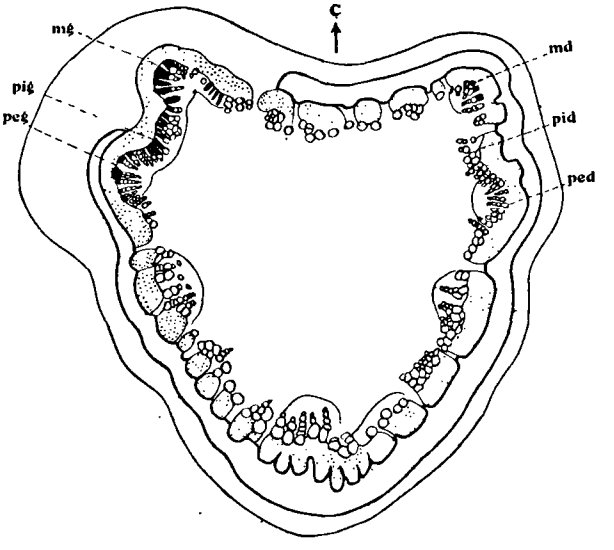


Fig. 73. — *Gymnocladus canadensis.* — Section transversale du sommet du pétiole.

La feuille reçoit de la tige cinq faisceaux qui se recourbent et constituent autant d'anneaux fermés. Ces anneaux entrent en contact par leurs faces latérales, s'entr'ouvrent et se soudent en un anneau unique, dont la partie antérieure est constituée par la fusion des parties antérieures des différents anneaux élémentaires.

On remarque que la taille et la complication morphologique de ces feuilles ne coïncident pas avec une complexité marquée de leur appareil conducteur foliaire.

2. — *Gleditschia triacanthos* L.

Les plis externes droit et gauche tendent à se diviser en deux autres, par suite de la formation d'un pli interne supplémentaire (*pid, pig, fig.* 74). Les régions marginales font fortement saillie vers l'extérieur. L'arc antérieur horizontal sur sa plus grande longueur

est relié aux régions marginales par ses extrémités qui font fortement saillie vers l'extérieur.

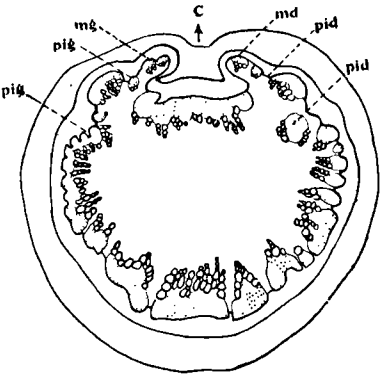


Fig. 74. — *Gleditschia triacanthos.* — Section transversale du sommet du pétiole.

Les traces foliaires des ramifications latérales se forment aux dépens des deux plis externes et de la région marginale, le sommet des deux plis internes demeurant dans le rachis principal.

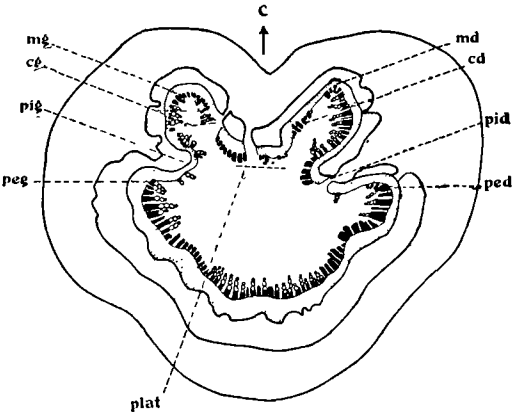


Fig. 75. — *Ceratonia siliqua.* — Section transversale du sommet du pétiole.

3. — *Ceratonia siliqua* L.

Les feuilles de *C. siliqua* sont coriaces et persistantes, les éléments ligneux de la chaîne sont constitués presque exclusivement

par des fibres, alors que chez le *Gymnocladus canadensis* et chez le *Gleditschia triacanthos* on rencontre, presque exclusivement, de gros vaisseaux.

La chaîne présente, de chaque côté, un pli externe et une région marginale, fortement développés, séparés par un pli interne (*pid*, *pig*) très profond. L'arc antérieur possède, en son milieu, une portion horizontale assez courte (*plat*), qui se relie aux régions marginales droite et gauche par deux lignes courbes en forme de *crosses* (*cd*, *cg*).

Cet aspect de la chaîne foliaire se retrouve à la base du pétiole de beaucoup de Cœsalpiniées, chez lesquelles le système vasculaire se complique, vers le haut, par la formation soit d'anneaux corticaux, soit de massifs médullaires.

II. — LES CHAINES A ANNEAUX CORTICAUX.

1. — *Copahifera Langsdorfii* Desf.

A la base du pétiole, la chaîne présente les mêmes plissements que chez le *Ceratonia siliqua* (*fig.* 76), mais plus haut les boucles symétriques (*fig.* 77) limitées chacune par le pli interne (*pid*, *pig*)

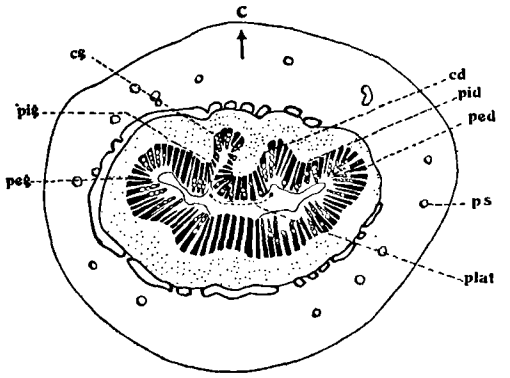


Fig. 76. — *Copahifera Langsdorfii.* — Section transversale de la base du pétiole; *ps*, poche sécrétrice.

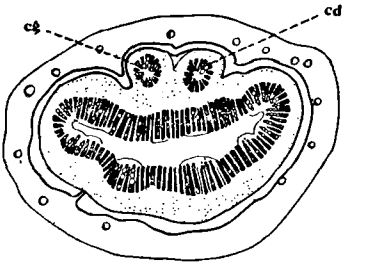


Fig. 77. — *Copahifera Langsdorfii.* Section transversale du sommet du pétiole.

et l'arête correspondante (*ard*, *arg*) du plateau (*plat*) se détachent sous forme d'anneaux fermés (*fig.* 77). Ces anneaux restent indépendants d'un bout à l'autre du rachis.

2. — *Cassia marylandica* L.

Les systèmes antérieurs se forment de la même façon que chez le *Copahifera Langsdorfii*, mais la portion de chaîne qui correspond aux *crosses* ne se différencie pas (*fig.* 78 : *cd*, *cg*). Les deux systèmes

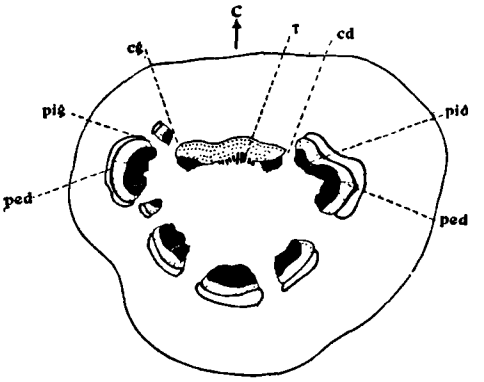


Fig. 78. — *Cassia marylandica.* — Section transversale de la base du pétiole.

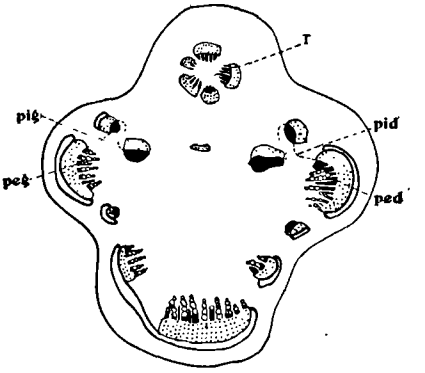


Fig. 79. — *Cassia marylandica.* — Section transversale du sommet du pétiole. T tige coalescente avec l'arc antérieur de la feuille.

antérieurs sont donc réduits à des arcs de cercle qui correspondent à la portion externe de l'anneau.

L'arc antérieur est parfois interrompu en son milieu ; souvent, d'ailleurs, cet intervalle est comblé par un système libéroligneux (T) appartenant à un organe ayant la valeur d'une tige et qui est

coalescent avec la feuille sur une étendue variable. Les éléments conducteurs de cette tige atrophiée se confondent vers le bas avec ceux de l'arc antérieur.

3. — *Sclerolobium aureum* Baill.

Les anneaux antérieurs se différencient très bas. Au niveau où les faisceaux foliaires, disposés suivant trois anneaux fermés, sont encore distincts, les latéraux émettent en avant deux boucles qui, plus haut, s'en séparent complètement et constituent les faisceaux

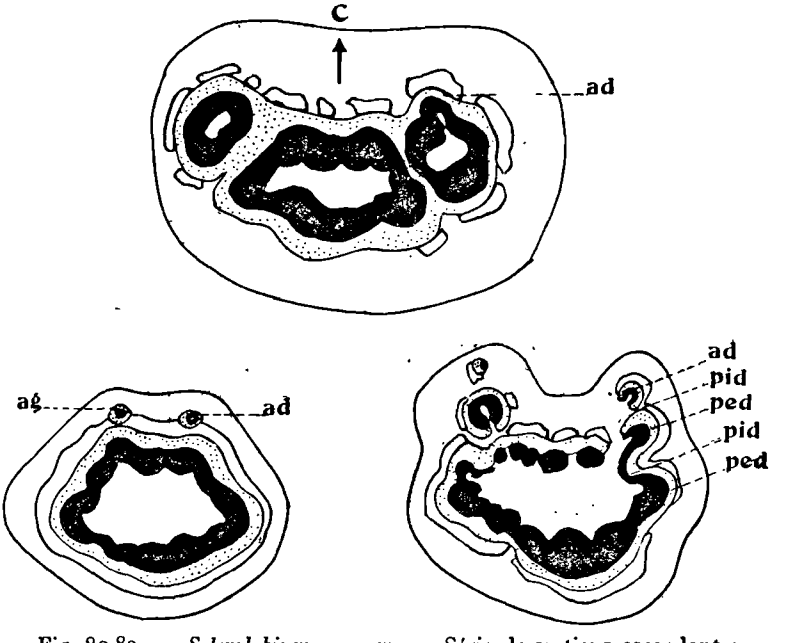


Fig. 80-82. — *Sclerolobium aureum.* — Série de sections ascendantes de la base au sommet du pétiole.

antérieurs (*fig.* 81, *ad*, *ag*). Au-dessus de ce niveau, les autres éléments des faisceaux foliaires se fusionnent en un unique système fermé postérieur qui présente de chaque côté deux plis externes (*fig.* 82, *ped* 1, *ped* 2; *peg* 1, *peg* 2) séparés par un pli interne (*pid'*, *pig'*). Au niveau de l'émission des ramifications, les régions marginales (anneaux antérieurs) et les deux plis externes fournissent les éléments conducteurs des nervures latérales; les faisceaux anté

rieurs complètement épuisés par cette émission sont remplacés par les éléments des plis externes antérieurs (*ped* 1, *peg* 1) qui se détachent du système postérieur, tandis que de chaque côté se forme en arrière du pli externe postérieur un nouveau pli externe.

4. — *Cercis siliquastrum* L.

Les feuilles du *C. siliquastrum* sont simples et entières. Il y a lieu de distinguer les *feuilles symétriques* qui se développent sur les rameaux dressés et les *feuilles asymétriques* des rameaux étalés horizontalement.

Généralement, le pétiole ne présente pas de systèmes médullaires; pourtant, dans certaines feuilles on rencontre, sur un espace assez court d'ailleurs, un système médullaire qui sera étudié plus loin.

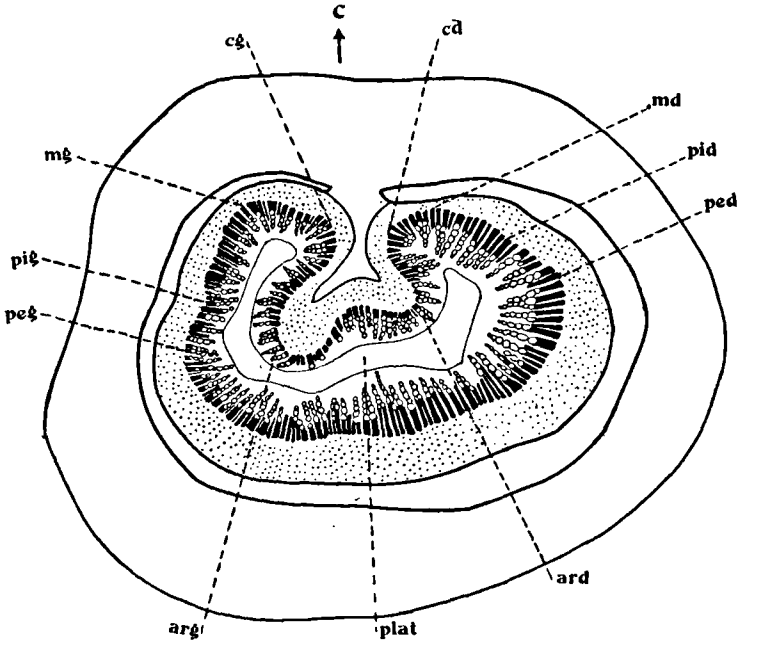


Fig. 83. — *Cercis siliquastrum.* — Section transversale de la base du pétiole.

a. Feuilles symétriques.— A la base du pétiole, la chaîne présente sensiblement la même forme que celle du *Ceratonia siliqua.* Les plis externes (*ped*, *peg*) et les régions marginales (*md*, *mg*) sont très

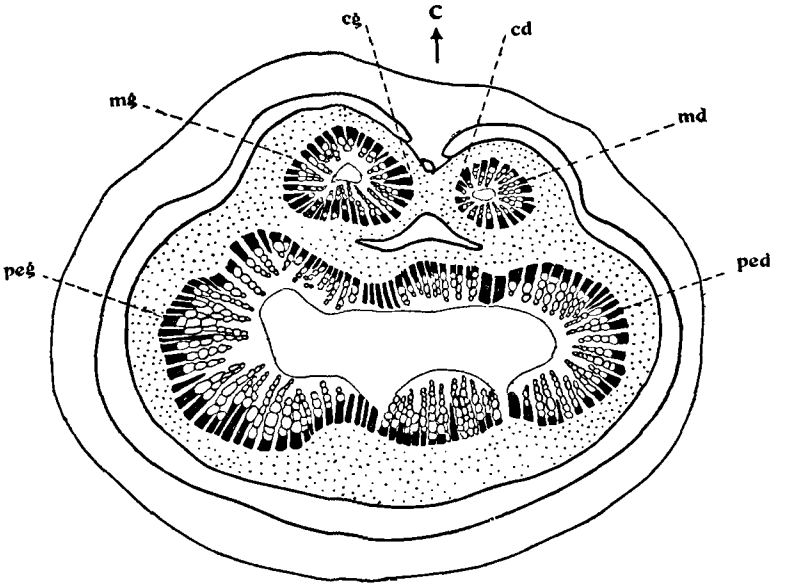


Fig. 84. — *Cercis siliquastrum.* — Section transversale du pétiole à 1^{cm} environ de sa base (type symétrique à faisceaux antérieurs).

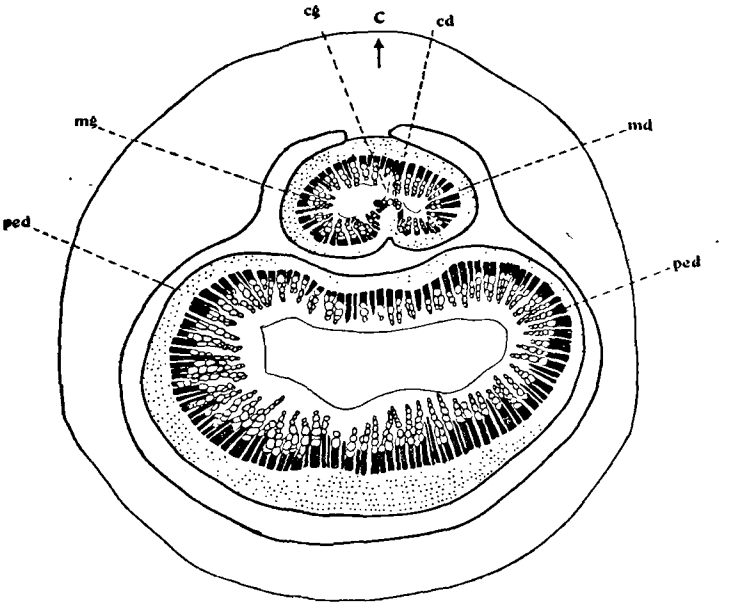


Fig. 85. — *Cercis siliquastrum.* — Section transversale moyenne du pétiole.

développés. L'arc antérieur en son milieu présente une portion horizontale (plateau : *plat*) relativement large et tapissée sur sa face postérieure d'éléments ligneux nombreux et bien développés, surtout

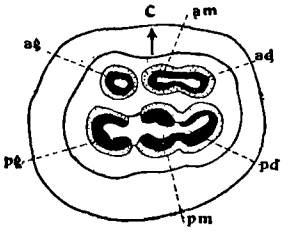


Fig. 86.

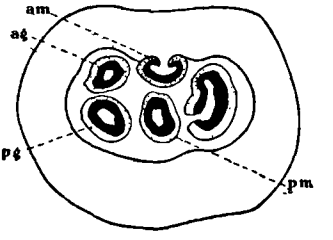


Fig. 87.

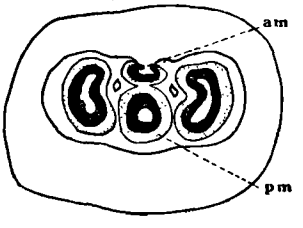


Fig. 88.

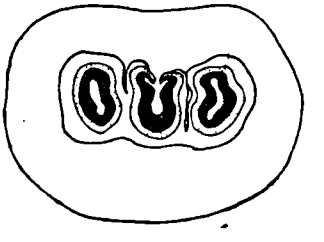


Fig. 89.

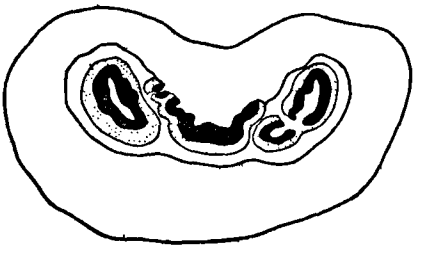


Fig. 90.

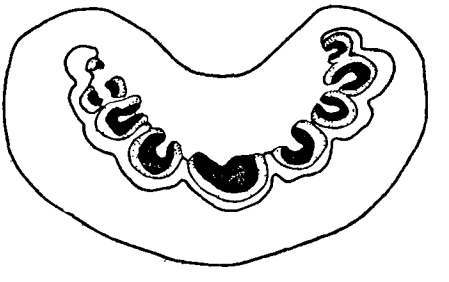


Fig. 91.

Fig. 86-91. — *Cercis siliquastrum.* — Série ascendante de sections transversales de la région supérieure du pétiole.

dans sa région médiane; à partir d'arêtes (*ard*, *arg*) très accentuées, deux crosses (*cd*, *cg*) relient le plateau aux régions marginales. Les boucles limitées par les plis internes (*pid*, *pig*) et les arêtes

correspondantes (*ard*, *arg*) se détachent sous forme d'anneaux fermés (*fig.* 84). Ces deux anneaux se rapprochent, entrent en contact par la région correspondant aux crosses (*cd*, *cg*) et se soudent en un anneau unique (*fig.* 85).

Au sommet du pétiole, chacun des deux anneaux, antérieur et postérieur, se divise par étranglement en trois autres anneaux; un médian et deux latéraux. Les anneaux latéraux antérieurs et postérieurs (*fig.* 86, *ad* et *pd*, *ag* et *pg*) s'unissent d'abord; puis les anneaux médians, antérieur et postérieur (*am* et *pm*) se disposent suivant un arc de cercle assez largement ouvert en avant (*fig.* 89). Les deux anneaux latéraux se divisent chacun en quatre autres (*fig.* 90, 91). De chaque côté, les deux anneaux les plus rapprochés de l'arc de cercle médian reçoivent de ce dernier un faisceau. Chacun des anneaux s'ouvre antérieurement et constitue la chaîne foliaire d'une nervure.

b. Les feuilles asymétriques. — Les feuilles du *C. siliquastrum* sont le plus souvent asymétriques. Par suite de la torsion et de

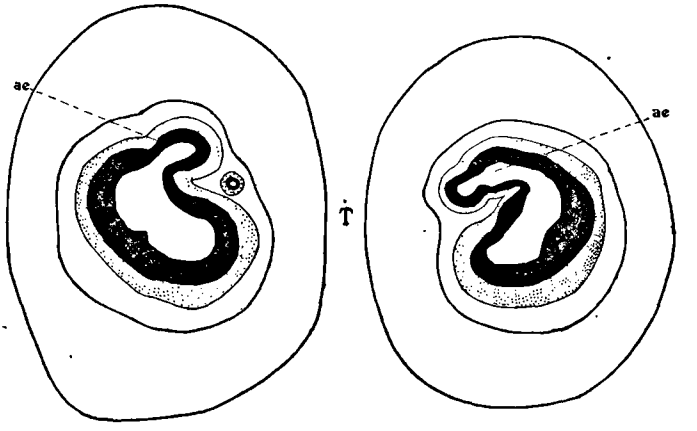


Fig. 92 et 93. — *Cercis siliquastrum.* — Sections transversales de deux feuilles asymétriques successives développées sur une branche T, étalée horizontalement.

l'inégal développement du pétiole, les limbes des différentes feuilles d'une même branche sont étalées dans un même plan horizontal qui passe par cette branche. Il en résulte que l'un des côtés du limbe est plus rapproché de la tige (*côté interne du limbe*) que l'autre

(*côté externe*). Ces notions de côté externe et de côté interne, dans l'étude des feuilles asymétriques, doivent être substituées à celles de côté droit, côté gauche, qui ne permettent pas d'exprimer les diverses particularités de la chaîne par une formule simple ([1]). Nous appellerons *côté interne* du pétiole le côté de cet organe qui est en continuité avec le côté du limbe le plus rapproché de la tige et *côté externe*, le côté opposé.

Dans les feuilles profondément asymétriques, les plissements de la chaîne ne se forment que du côté externe : la crosse externe seule se forme; l'anneau antérieur est donc constitué exclusivement aux dépens d'éléments du côté externe. Le côté interne ne présente aucune trace de plissements.

Il existe des formes de transition entre les feuilles symétriques et les feuilles asymétriques, chez lesquelles se forment deux anneaux antérieurs inégaux (c'est le cas de la figure 92) ; le plus développé étant toujours du côté externe. Ces deux anneaux se fusionnent bientôt en un seul comme chez les feuilles asymétriques.

III. — CHAINES A FAISCEAUX MÉDULLAIRES.

Certains pétioles du *Cercis siliquastrum* présentent sur une certaine longueur un système médullaire, ce qui permet d'établir avec certitude les homologies entre les différentes régions d'une chaîne à système antérieur et celles d'une chaîne à système médullaire.

Dans ces types de *Cercis* à système médullaire, la forme de la chaîne est la même à la base du pétiole que dans le type symétrique

---

([1]) Si nous employons les notions de côté droit et de côté gauche, il nous faut distinguer également le côté de la branche sur lequel s'est développée la feuille envisagée. Nous supposerons l'observateur place dans la branche, la tête vers le point de végétation, les pieds vers le point d'insertion, regardant le sommet de l'arbre. Dans les feuilles qui sont à la droite d'un tel observateur, le système antérieur se formera aux dépens des éléments de la région droite de la chaîne; dans celles qui sont à sa gauche, ce système se formera aux dépens de la région gauche. Ces différences anatomiques, au lieu de n'être soumises à aucune règle, sont sous la dépendance de la position qu'occupe la feuille.

La feuille de *Cercis siliquastrum* décrite par M. Bouygues dans son Mémoire : *Structure, origine et développement de certaines formes vasculaires du pétiole* (p. 38, *loc. cit.*) est une feuille symétrique; celle que M. Petit a étudiée (*Le pétiole des Dicotylédones*, p. 65, *loc. cit.*) est une feuille asymétrique.

décrit plus haut. Peu au-dessus de ce niveau, les deux crosses droite et gauche (*fig.* 94, 95, *cd*, *cg*) s'unissent par leur face convexe; la continuité de la chaîne est rompue suivant ce point de contact, les

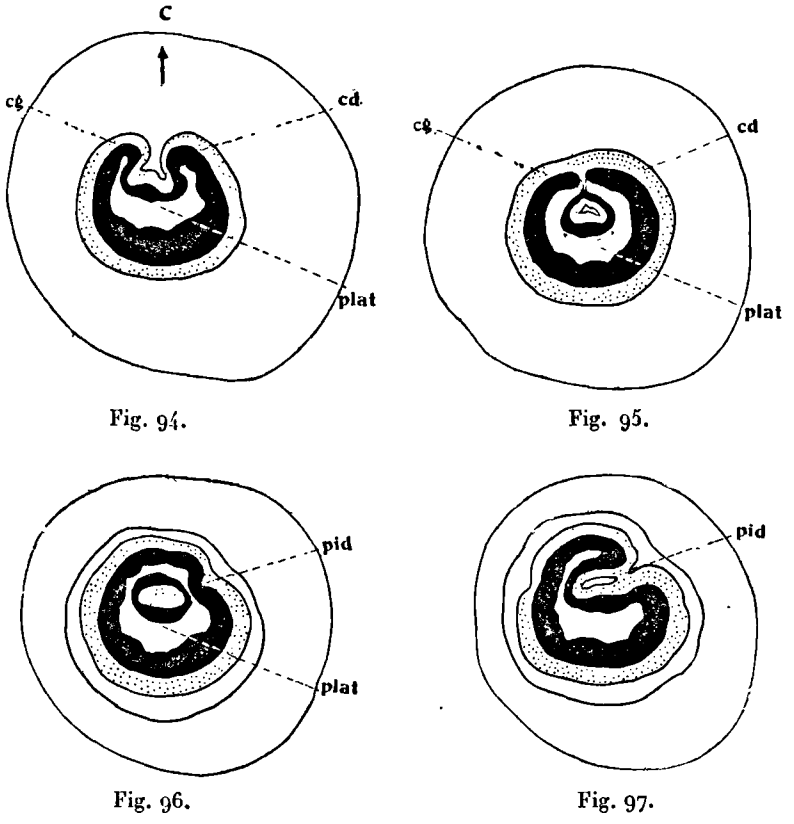


Fig. 94. Fig. 95.

Fig. 96. Fig. 97.

Fig. 94-97. — *Cercis siliquastrum.* — Série ascendante de sections transversales de la région inférieure du pétiole d'une feuille de *Cercis* présentant sur un certain parcours un massif médullaire.

tronçons symétriques se soudent, d'où la fermeture de la chaîne en avant, et l'inclusion d'un noyau libérien complètement entouré de bois et correspondant au plateau (*plat*) et à la région postérieure des crosses. Plus haut, se forment les plis internes (*fig.* 96, 97 *pid*, *pig*) qui, en arrivant au contact des arêtes du plateau et en se soudant à ces dernières, séparent le système antérieur du système postérieur.

La différence, si marquée sur les sections transversales, entre ce type et les types précédents, résulte du fait que la soudure des régions *cd*, *cg*, au lieu de se produire à un niveau supérieur à la jonction des plis internes et des arêtes du plateau, se produit à un niveau inférieur.

Bauhinia reticulata D. C.

A la base du pétiole, la dépression de l'arc antérieur est seule profondément marquée (*fig.* 98); en avant (à droite et à gauche) se détachent deux faisceaux (*ad*, *ag*, *fig.* 99). Les crosses droite et gauche

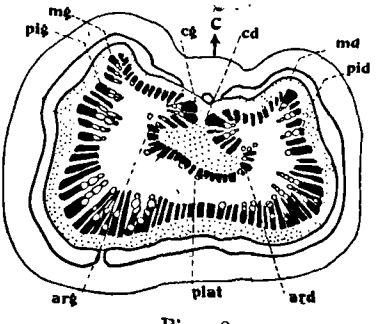


Fig. 98.

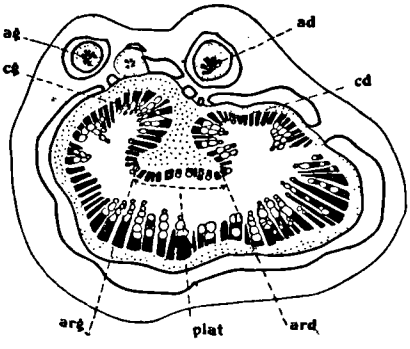


Fig. 99.

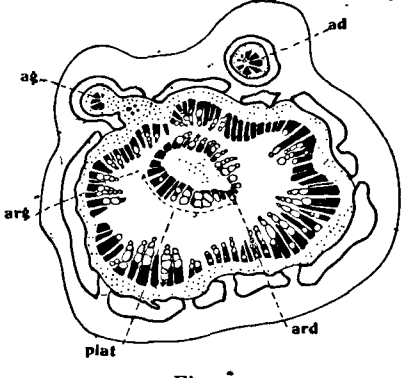


Fig. 100.

Fig. 98-100. — *Bauhinia reticulata.* — Série ascendante de sections transversales de la base du pétiole.

(*ed*, *eg*) entrent en contact par leur face convexe, se rompent suivant ce point de contact, les tronçons symétriques se soudent. La

chaîne présente alors un système médullaire constitué par le plateau et la région postérieure des crosses (*fig.* 100).

Au sommet du pétiole, les éléments du système médullaire reprennent leur place au milieu de l'arc antérieur, les deux faisceaux *ad*, *ag* reprennent leur position primitive. A ce niveau, par une série de modifications inverses de celles qui viennent d'être décrites, la chaîne reprend sensiblement la forme qu'elle avait à la base du pétiole.

Bauhinia porrecta Sw.

La forme de la chaîne conserve dans tout le pétiole le même aspect qu'à la base. Les crosses, quoique bien développées et très rappro-

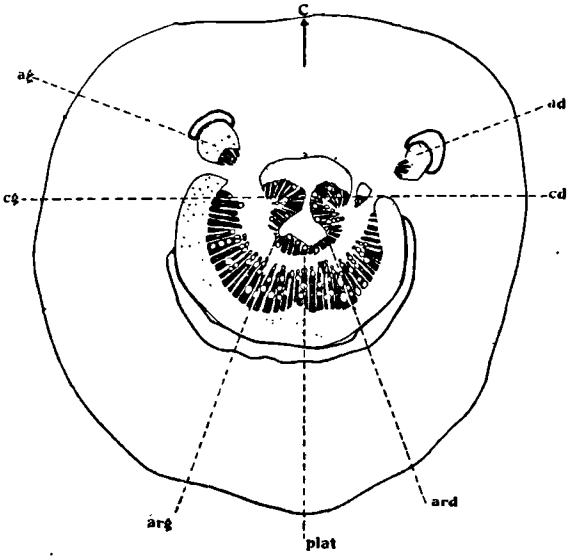


Fig. 101. — *Bauhinia porrecta.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

chées, n'entrent pas en contact, de sorte qu'il ne se forme pas de système médullaire.

Bauhinia diphylla Buch. Ham.

La chaîne foliaire se présente sous des aspects variables suivant le niveau envisagé.

Dans la région du renflement basilaire, elle présente un système cortical (*fig.* 102 I); au-dessus, ce système s'insère au milieu de l'arc antérieur, de sorte que la chaîne est constituée à ce niveau, comme dans le cas précédent, par une ligne sinueuse dont l'arc antérieur profondément infléchi différencie un *plateau* et des *crosses*; en avant, se détachent latéralement deux faisceaux ployés en arc de cercle (*fig.* 103 II).

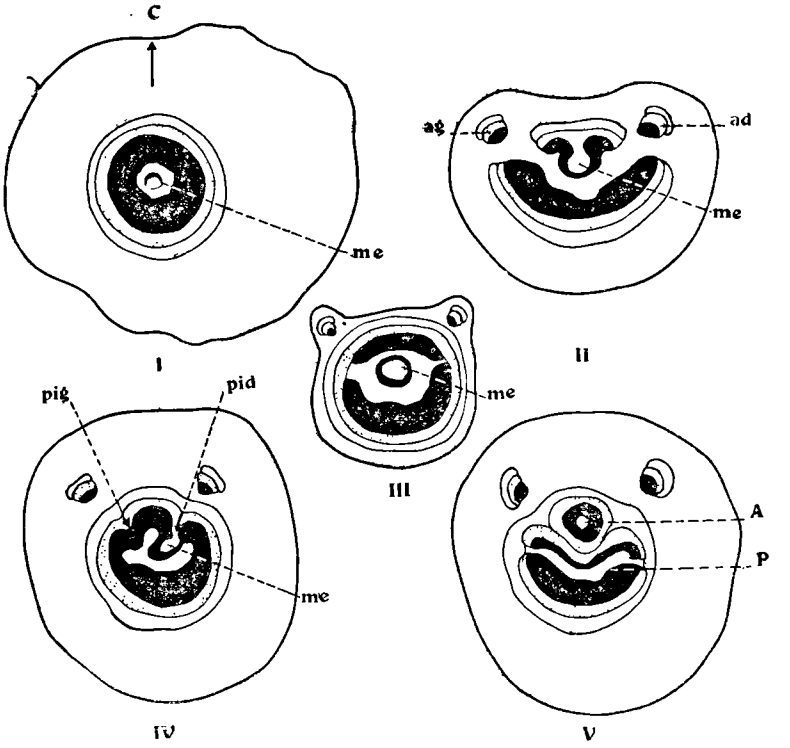


Fig. 102-106. — *Bauhinia diphylla.* — Série ascendante de sections transversales de la base au sommet du pétiole.

Au-dessus de ce niveau, un système médullaire se forme de nouveau par la soudure des crosses symétriques (*fig.* 104 III). Plus haut se forment deux plis internes (*pid, pig*) qui s'unissent aux arêtes (*ard, arg*) du plateau, partageant la chaîne en un système antérieur (A) et un système postérieur (P) comme chez le *Cercis siliquastrum* (*fig.* 105 IV; 106 V).

A la région supérieure du pétiole, les faisceaux *ad*, *ag* reprennent leur place primitive dans la chaîne, le système antérieur et le système postérieur se divisent transversalement en deux, les éléments provenant de cette division vont constituer respectivement les nervures, droite et gauche, qui se détachent à ce niveau; ces dernières se divisent presque immédiatement en nervures plus petites, dont la chaîne présente la forme d'un arc de cercle.

Ce type diffère donc du *Bauhinia reticulata* par l'existence à la base du pétiole, dans le renflement basilaire, d'un système médullaire et par la formation, à la région supérieure de cet organe, d'un système antérieur.

Hymenæa coriacea Mart.

Le système médullaire se forme (*fig.* 107) comme chez les *Bauhinia;* assez réduit à la base du pétiole, il acquiert un grand développement plus haut. Vers le milieu du pétiole, il est aplati dans le sens vertical et présente une surface très irrégulière (*fig.* 108); au sommet de cet organe, il affecte une forme trilobée (*fig.* 110).

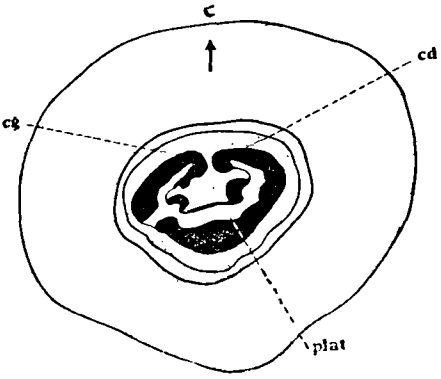


Fig. 107. — *Hymenæa coriacea.* — Section inférieure du pétiole.

Au niveau de l'émission des deux folioles latérales, les lobes latéraux constituent *le système médullaire des nervures principales* (*fig.* 111). Ce dernier, constitué par un noyau libérien complètement entouré de bois, se fusionne d'ailleurs, au bout d'un court espace, avec les éléments de l'arc antérieur de ces nervures.

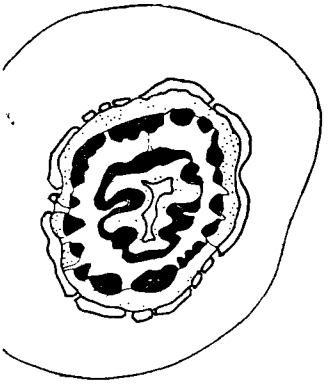


Fig. 108.

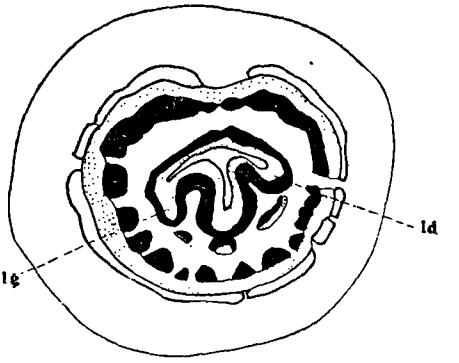


Fig. 109.

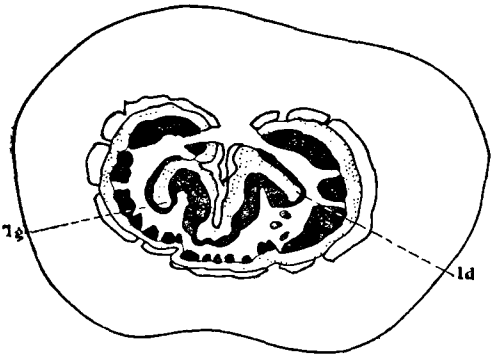


Fig. 110.

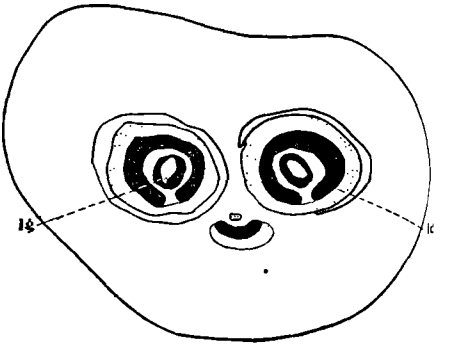


Fig. 111.

Fig. 108-111. — *Hymenæa coriacea.* — Série ascendante de sections transversales de la base du pétiole.

IV. — CHAINES A ARC ANTÉRIEUR TRÈS RÉDUIT OU NUL.

La chaîne est continue, circulaire, marquée seulement antérieurement par deux légères saillies très rapprochées (régions marginales (*fig.* 112, *md*, *mg*), latéralement par deux saillies un peu plus marquées (plis externes *ped*, *peg*) séparées des premières par une portion de chaîne assez développée mais peu saillante vers l'intérieur (*pid*, *pig*).

A mesure que l'on s'élève dans le rachis, les plissements s'accentuent; les régions marginales, droite et gauche, se fusionnent; les plis internes deviennent de plus en plus profonds (*fig.* 113). Ces régions sont particulièrement marquées au point d'émission des

rachis latéraux dont les chaînes se détachent à la fois des plis externes et des régions marginales.

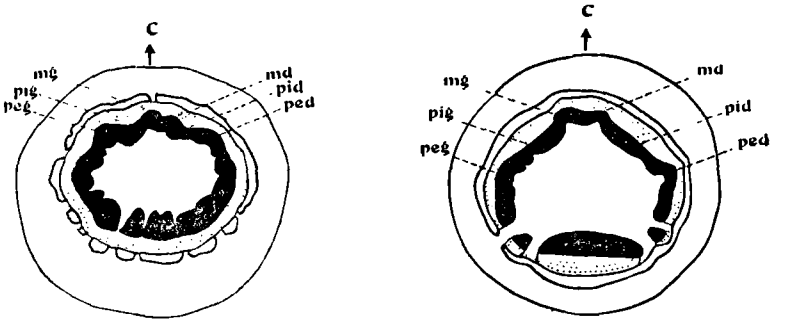


Fig. 112 et 113. — *Cœsalpinia sappan.* — Sections transversales du pétiole à sa base (*fig.* 112) à son sommet (*fig.* 113).

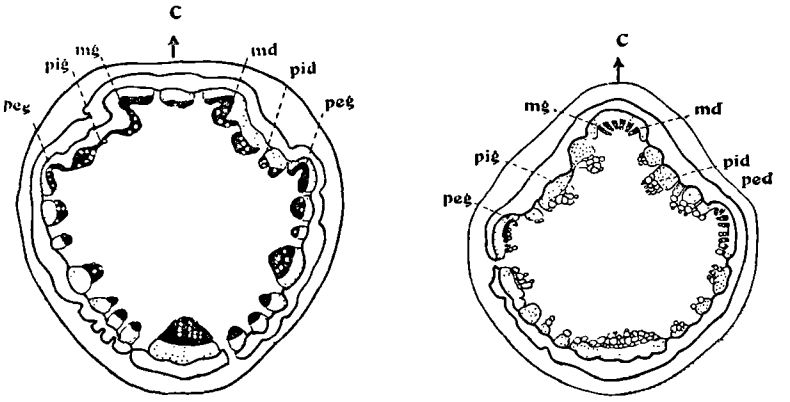


Fig. 114 et 115. — *Cœsalpinia echinata.* — Section transversale du pétiole à son sommet (*fig.* 114). — Section transversale de la région médiane du rachis principal (*fig.* 115).

Le *Cœsalpinia echinata* Lam. présente les mêmes caractères, mais les faisceaux, au lieu d'être fusionnés, sont distincts (*fig.* 114-115).

CONCLUSION.

Les chaînes des Cœsalpiniées, malgré les aspects « singuliers » (M. Petit) de certaines d'entre elles, présentent les unes avec les autres d'étroites relations. Les chaînes à faisceaux corticaux comme les

chaînes à faisceaux médullaires se rattachent aux chaînes plissées. Dans celles-ci, l'arc postérieur présente à droite et à gauche deux régions saillantes (plis externe et région marginale) séparées par une région plus intérieure (pli interne). Comme chez beaucoup de Rosacées vraies, l'arc antérieur, rarement très réduit ou nul (*Cæsalpinia*), présente généralement une saillie marquée vers l'intérieur de l'organe, saillie dans laquelle on peut distinguer les mêmes régions que chez les Chrysobalanées : une région horizontale (*plateau*) et deux régions latérales en forme de *crosses*.

Les systèmes antérieurs se forment par jonction des plis internes et des arêtes correspondantes du plateau et par l'isolement des boucles ainsi formées. Plus haut, les deux anneaux ainsi formés peuvent se souder dans la région correspondant aux crosses (*Cercis siliquastrum*).

Le système médullaire résulte de la jonction des régions convexes des crosses et de l'isolement, à l'intérieur de la chaîne, du *plateau* et de la portion postérieure des crosses, les plis internes ne se formant pas ou se formant tardivement (*Bauhinia diphylla*).

CHAPITRE II.

L'APPAREIL CONDUCTEUR DES FEUILLES DES LÉGUMINEUSES PAPILIONACÉES.

SWARTZIÉES.

Swartzia tomentosa D. C. (*fig.* 116-122). — A la base du pétiole, la chaîne est formée par la réunion de trois anneaux résultant de la fermeture des trois faisceaux sortant de la tige. L'anneau unique

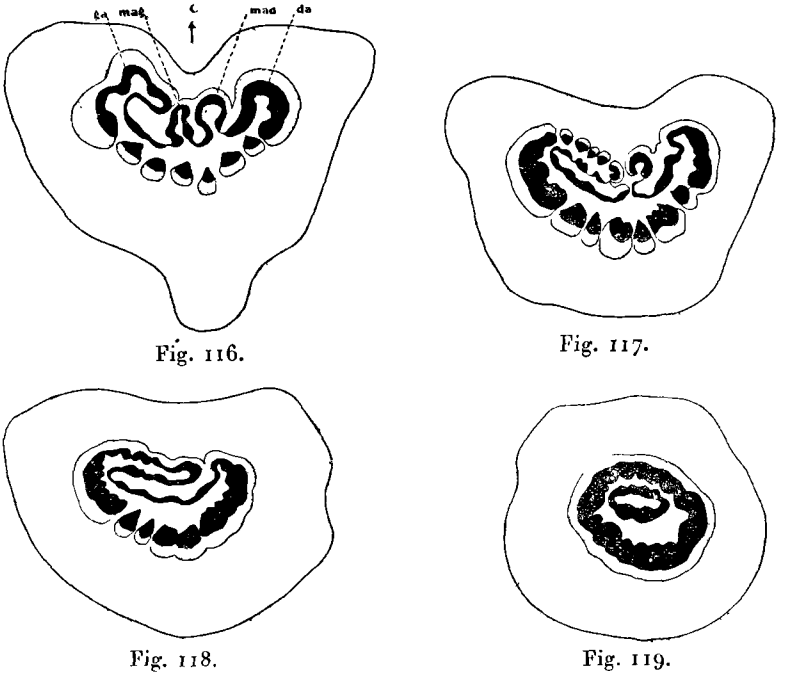


Fig. 116. Fig. 117.

Fig. 118. Fig. 119.

Fig. 116 à 119. — *Swartzia tomentosa.* — Série ascendante de sections transversales du pétiole.

qui résulte de cette jonction émet quatre expansions (*fig.* 116, *da*, *mad*, *mag*, *ga*); les expansions latérales (*da*, *ga*) se forment aux dépens des éléments provenant des pièces sortantes latérales; les

deux médianes (*mad*, *mag*), aux dépens de ceux de la pièce médiane. Ces différentes saillies entrent en contact par leurs parties contiguës et se rompent suivant ces points de contact; d'où l'inclusion d'une masse médullaire à l'intérieur d'un système périphérique. Cette masse médullaire à liber central et à bois périphérique correspond aux portions de l'arc antérieur qui séparaient les quatre saillies de la base du pétiole. De la région antérieure du système périphérique se détachent deux anneaux fermés (*fig.* 120).

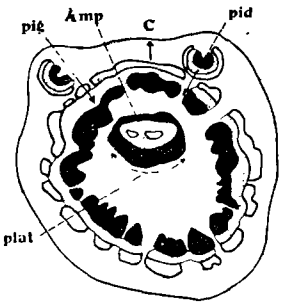


Fig. 120.

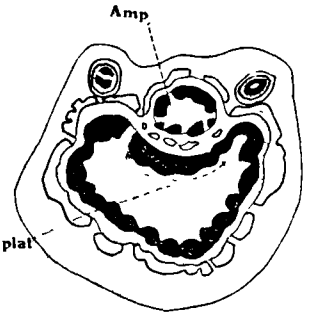


Fig. 121.

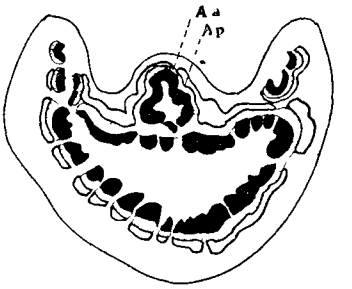


Fig. 122.

Fig. 120 à 122. — *Swartzia tomentosa.* — Sections transversales du rachis au niveau des points d'émission des folioles latérales.

Au niveau de l'émission de folioles latérales, la chaîne change d'aspect; de chaîne à système médullaire, elle devient chaîne à faisceau cortical; les régions latérales du système périphérique s'infléchissent en effet vers le système intérieur (*fig.* 120, *pid*, *pig*), en différenciant des plis internes; elles se soudent à ce système qui forme à la fois la partie antérieure de l'anneau postérieur (*plat*) et la partie postérieure de l'anneau impair antérieur (*fig.* 121, *Amp.*).

L'anneau antérieur médian (*Amp*, *fig.* 122) se divise transver-

salement en deux autres, l'un postérieur (*Ap*), l'autre antérieur (*Aa*); au moment de l'émission des folioles latérales, les anneaux latéraux antérieurs (*ad, ag*), ainsi que des faisceaux détachés de l'anneau médian antérieur (*Ap*), et des régions latérales du système postérieur, constituent l'appareil vasculaire de celles-ci.

Au-dessus de ce point d'émission, la chaîne reprend son aspect primitif; les éléments du faisceau *Aa* qui sont restés dans le rachis se divisent et constituent les faisceaux antérieurs symétriques du nouveau mériphylle; la région médiane antérieure du système postérieur et la région médiane postérieure du système antérieur s'isolent de la région périphérique de la chaîne et reconstituent un système médullaire.

DALBERGIÉES.

Bocoa (*Inocarpus* Forst.) *edulis* Baill. — La chaîne présente à la base du pétiole deux expansions de l'arc antérieur (*fig.* 123, *da, ga*) qui s'unissent par leurs faces convexes et se rompent suivant ce

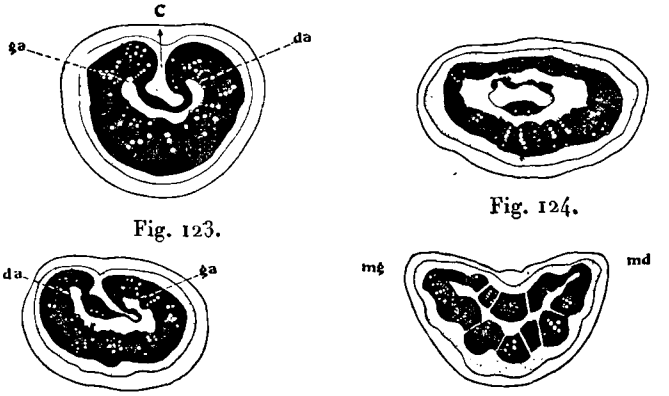


Fig. 123. Fig. 124.

Fig. 125. Fig. 126.

Fig. 123-126. — *Inocarpus edulis.* — Série ascendante des sections transversales du pétiole.

point de contact; de sorte que le pétiole présente un système périphérique fermé, à l'intérieur duquel se trouve inclus un système médullaire, constitué par un noyau libérien complètement entouré d'éléments ligneux.

Au sommet du pétiole, le système médullaire s'insère au milieu

des éléments de l'arc antérieur et la chaîne reprend sensiblement le même aspect qu'à la base du pétiole (*fig.* 125).

Les éléments conducteurs des nervures sont émis par les régions latérales de la chaîne (*md, mg*), quelle que soit l'importance relative des nervures; la différence entre les petites et les grosses nervures est d'ailleurs peu sensible [1] (*fig.* 126).

SOPHORÉES.

Ormosia macrophylla Benth. — A la base du pétiole, la chaîne présente la forme d'un anneau fermé, présentant antérieurement quatre saillies vers la face supérieure de l'organe : deux saillies latérales (*da, ga, fig.* 127); deux saillies médianes (*mad, mag* très rap-

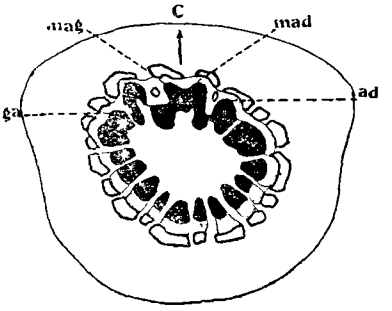


Fig. 127.

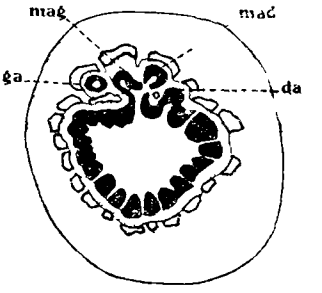


Fig. 128.

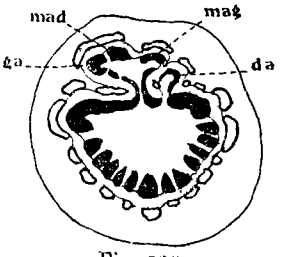


Fig. 129.

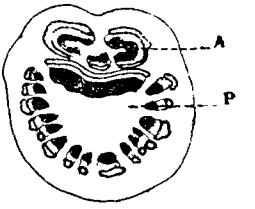


Fig. 130.

Fig. 127-130 — *Ormosia macrophylla.* — Série ascendante de sections transversales du pétiole.

prochées et presque fusionnées en une seule. A ce niveau, l'aspect de la chaîne est donc le même que chez le *Swartzia tomentosa*, mais, plus haut, ces quatre boucles se détachent complètement sous forme

[1] La feuille est simple.

d'anneaux fermés (*fig.* 128), se fusionnent bientôt en un système antérieur unique (*fig.* 129). Les ramifications latérales empruntent leurs éléments conducteurs à la fois au système antérieur et au système postérieur.

Diplotropis guyanensis Benth. — Le pétiole présente dans sa portion inférieure des massifs médullaires constitués par des noyaux libériens complètement entourés de bois (*fig.* 132). Ces massifs proviennent des parties plus internes qui, à la base du pétiole, séparent les différentes saillies de l'arc antérieur; leur mode de formation est le même que chez le *Swartzia tomentosa* étudié plus haut.

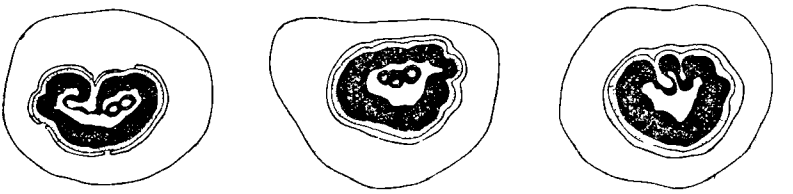


Fig. 131-133. — *Diplotropis guyanensis.* — Série ascendante de sections transversales de la base du pétiole.

Dans la portion supérieure du pétiole, ces massifs médullaires reprennent leur position primitive, et la chaîne est alors constituée par un unique système fermé, qui présente (*fig.* 133) antérieurement trois [1] ou quatre saillies vers la face supérieure de l'organe; ces saillies se détachent sous forme d'anneaux fermés constituant un système antérieur qui se comporte comme dans le cas précédent.

Ce type donne, en effet, un nouvel exemple d'un même organe présentant successivement une chaîne à faisceaux médullaires et une chaîne à faisceaux corticaux.

Sophora japonica L. — Le système conducteur foliaire est constitué par un anneau fermé postérieur et deux faisceaux antérieurs (*fig.* 134, *ad*, *ag*).

A la base du pétiole, les faisceaux antérieurs se détachent du reste de la chaîne en deux points très rapprochés de la surface de symétrie.

---

[1] Par suite de la fusion des deux saillies médianes.

Au moment de l'émission des folioles latérales, du système postérieur, se détache latéralement un arc libéroligneux (*fig.* 134 *p*); le bord interne de cet arc émet un faisceau (*a d'*). Le faisceau *ad* et l'arc *p* vont constituer la chaîne de la nervure principale de la foliole

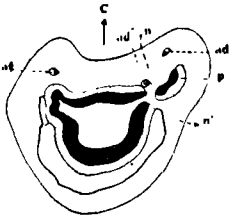


Fig. 134. — *Sophora japonica.* — Section du rachis au point d'émission d'une foliole latérale.

Fig. 135. — *Sophora japonica.* — Parcours des faisceaux dans le rachis.

émise. Le faisceau *a'd* demeure dans le rachis et se comporte au moment de l'émission d'une nouvelle foliole comme le faisceau *ad*. Il sera alors remplacé dans le rachis par un faisceau *a''d*, et ainsi de suite; l'aspect du système conducteur en section transversale reste le même d'un bout à l'autre du rachis grâce à ce procédé.

Virgilia lutea Mich. fils. — Dans le rachis, la chaîne est constituée par un anneau libéroligneux fermé (*fig.* 137), résultant de la juxtaposition de cinq faisceaux foliaires qui se soudent bord à bord (*fig.* 136). Au moment de l'émission d'une foliole, un anneau fermé se détache de la chaîne et va constituer le système vasculaire de la nervure principale de celle-ci. La structure de l'appareil conducteur du rachis est donc fort simple : un système fermé non plissé et présentant à droite et à gauche une région d'émission (régions marginales : *md*, *mg*, *fig.* 136).

Dans les folioles, au-dessus du renflement basilaire, on constate que, au milieu de l'arc antérieur et à ses extrémités droite et gauche, des éléments ligneux de la chaîne foliaire font de plus en plus saillie, entraînant avec eux, à la face supérieure de l'organe, les éléments libériens correspondants; à ce niveau, l'appareil conducteur

est constitué par un arc libéroligneux postérieur, et, antérieurement, par deux systèmes à liber central et à bois périphérique (*fig.* 138). Plus haut, les régions dont le bois est tourné vers la face supérieure de l'organe s'isolent complètement du reste de la chaîne, se soudent entre elles et constituent un système antérieur horizontal (*fig.* 139 A). Les autres éléments de la chaîne forment un anneau

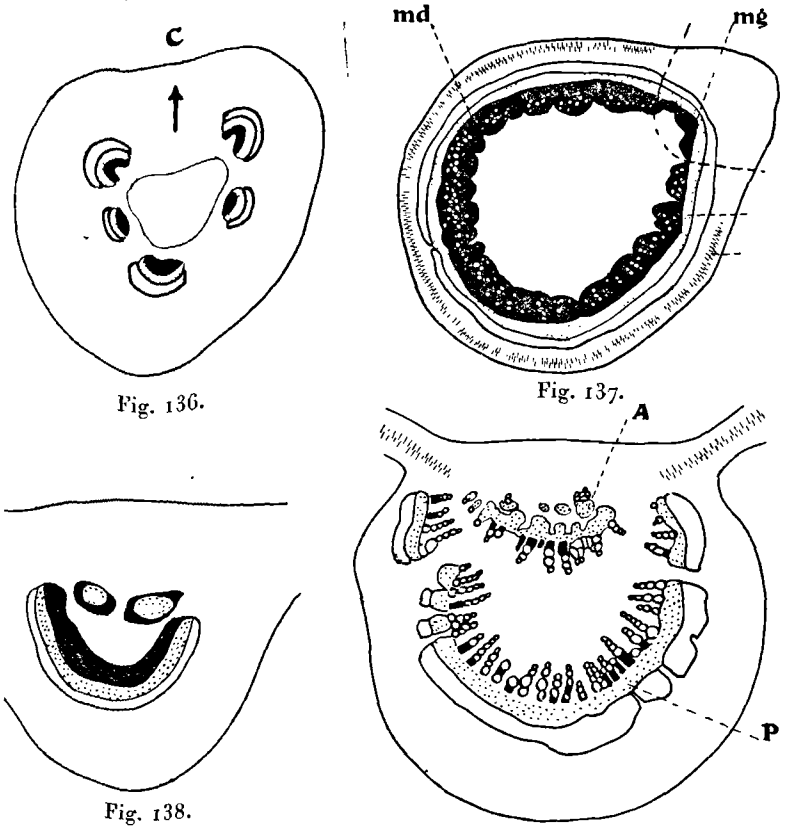


Fig. 136. Fig. 137. Fig. 138. Fig. 139.

Fig. 136-139. — *Virgilia lutea.* — Base du pétiole (136). — Rachis primaire (137). — Base du petiolule (138). — Base de la foliole (139.)

postérieur (P). Les plus petites nervures de la foliole latérale se détachent exclusivement du système antérieur A (région marginale); les plus importantes à la fois du système antérieur et du système postérieur. La chaîne présente donc de chaque côté deux points d'émission.

Le rachis présente ici une structure moins complexe que la nervure principale des folioles latérales, ce qui est un cas exceptionnel, en relation, sans doute, avec l'importance de ces folioles.

GENISTÉES.

Ardenocarpus sp.? — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui tendent à se fermer; les deux latéraux émettent par leur bord externe deux faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*, *fig.* 140) puis se soudent au médian (*fig.* 142).

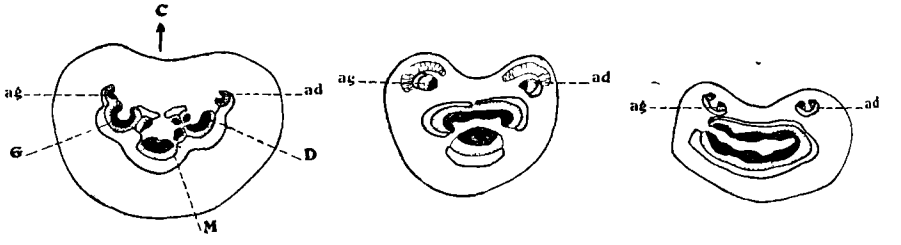


Fig. 140-142. — *Adenocarpus* sp. ? — Base du pétiole (140). — Région moyenne du pétiole (141). — Région supérieure du pétiole (142).

Cytisus Laburnum L. — Les trois pièces venant de la tige se constituent en anneaux fermés, puis s'unissent en un anneau unique.

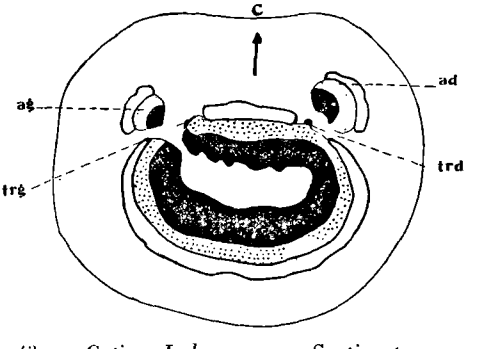


Fig. 143. — *Cytisus Laburnum.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

Plus haut, des bords latéraux de cet anneau, se détachent deux faisceaux antérieurs.

La différence avec le type précédent résulte du fait que les faisceaux antérieurs se forment, ici, au-dessus du point de jonction des trois faisceaux venus de la tige, au lieu de se former au-dessous de ce point.

On constate parfois, à droite et à gauche de la région antérieure du système postérieur, l'existence de deux groupements trachéens symétriques (*trd*, *trg*) qui, par leur orientation, appartiennent aux mêmes systèmes que les faisceaux antérieurs correspondants (*ad*, *ag*) avec lesquels ils jalonnent deux anneaux antérieurs incomplets.

Cytisus capitatus Scop. — Le faisceau médian qui se rend de la tige dans la feuille l'emporte de beaucoup en importance sur les

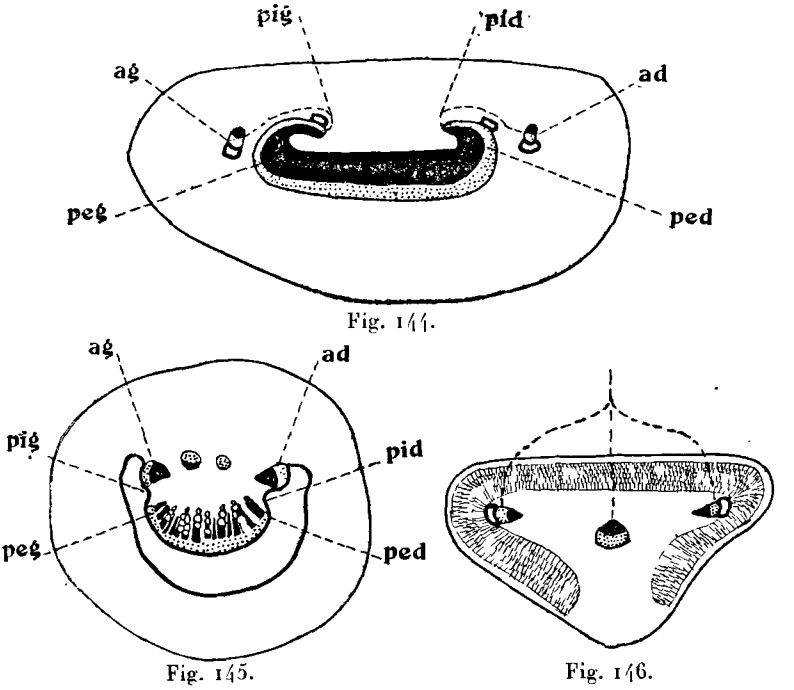


Fig. 144.

Fig. 145.

Fig. 146.

Fig. 144, 145, 146. — *Cytisus capitatus*, section transversale de la région moyenne du pétiole (144). — *Cytisus nigricans*, section transversale de la région moyenne du pétiole (145). — *Ulex europæus* (146).

faisceaux latéraux. L'ensemble que forment ces faisceaux en s'unissant bord à bord est un arc libéroligneux ouvert; vers le

milieu du pétiole, deux faisceaux antérieurs se détachent des bords libres de cet arc. Les extrémités du faisceau postérieur se replient vers l'intérieur de l'organe, jalonnant des plis internes (*pid*, *pig*, *fig.* 144).

Au moment de l'émission des folioles latérales, les faisceaux antérieurs et les portions les plus saillantes de l'arc postérieur (*ped*, *peg*, *fig.* 144) vont constituer le système vasculaire de celles-ci. La région médiane de l'arc postérieur et le sommet des plis internes constituent celui de la foliole médiane.

Cytisus nigricans L. — Les faisceaux latéraux venus de la tige sont très réduits; parfois, ils ne sont représentés que par leurs éléments libériens ou par un cordon de sclérenchyme. La chaîne, constituée en majeure partie par le médian, prend l'aspect d'un anneau plus ou moins complètement fermé, dont la face antérieure est souvent réduite aux éléments libériens.

Vers le milieu du pétiole (*fig.* 145), de chaque côté, deux régions plus externes (régions marginales; plis externes *ped*, *peg*) tendent à se différencier; parfois, les régions marginales se détachent complètement sur un court espace, constituant deux faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*); plus haut ces plissements s'effacent et la chaîne présente le même aspect qu'à la base du pétiole.

Ulex europæus L. — Les feuilles sont de petites aiguilles à peine élargies à la base; elles ne reçoivent de la tige qu'un faisceau homologue du faisceau médian des types précédents. Ce faisceau se divise en trois autres : un médian et deux latéraux.

Lupinus perennis L. — Les feuilles sont palmées, le nombre des folioles est variable. Malgré ce caractère, tout à fait exceptionnel chez les Papilionacées, il est possible de reconnaître dans leur appareil conducteur les mêmes régions que chez les types voisins.

Dans la région moyenne du pétiole, les faisceaux disposés suivant une circonférence sont au nombre de cinq : un faisceau médian postérieur (*mp*, *fig.* 147), deux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*), deux antérieurs (*ad*, *ag*).

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux (*M*, *D* et *G*) (*fig.* 147). Les faisceaux latéraux se divisent chacun en deux branches, l'une

antérieure (*Da*, *Ga*), l'autre postérieure (*Dp*, *Gp*). D'une part, du bord antérieur de leur branche antérieure (*da*, *ga*), d'autre part des bords du faisceau médian (*mad*, *mag*) et de la région contiguë des branches postérieures des faisceaux latéraux (*dp*, *gp*), se détachent des faisceaux qui, en s'unissant, constitueront les faisceaux

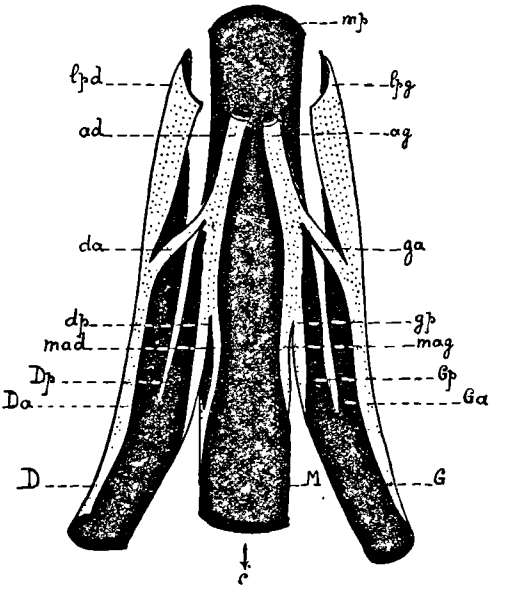


Fig. 147. — *Lupinus perennis.* — Parcours des faisceaux à la base du pétiole.

antérieurs, droit et gauche, de notre section moyenne (*ad*, *ag*); ces derniers se différencient donc, à la base du pétiole, du reste de la chaîne dans quatre secteurs distincts (*da*, *dp* et *mad*, *gp* et *mag*, *ga*) comme chez les Sophorées. Les branches postérieures (*Dp*, *Gp*) des faisceaux latéraux s'unissent au faisceau foliaire médian *M* pour constituer le faisceau médian postérieur (*mp*) de la section moyenne, tandis que leurs branches antérieures (*Da*, *Ga*) constituent les latéro-postérieurs (*lpd*, *lpg*).

Au sommet du pétiole, les bords du faisceau médian (*mp*), ceux des faisceaux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*), le bord des faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*) le plus proche des faisceaux postérieurs se replient vers l'intérieur de la chaîne. Ces parties reployées soulignent l'existence, de chaque côté de la chaîne, de deux plis internes : l'un postérieur

(*pidp*, *pigp*), qui sépare le médian des latéropostérieurs, l'autre antérieur (*pida*, *piga*), qui sépare les faisceaux antérieurs des latéropostérieurs; ces régions, dans lesquelles l'orientation du bois est inverse de ce qu'elle est dans les autres parties de la chaîne, se

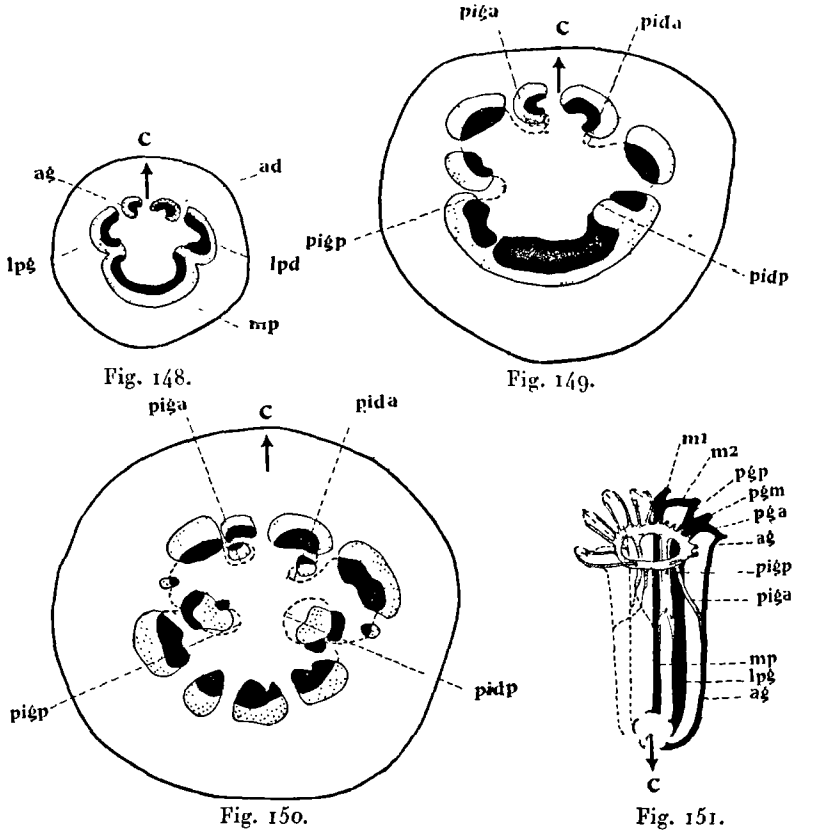


Fig. 148. Fig. 149. Fig. 150. Fig. 151.

Fig. 148-151. — *Lupinus perennis.* — Sommet du pétiole. — Section transversale du pétiole dans son tiers supérieur (148). — Sections transversales de la région supérieure du pétiole montrant de chaque côté deux séries de plissements (149, 150). — Parcours des faisceaux à la région supérieure du pétiole (151).

séparent d'ailleurs bientôt de celles-ci. Les éléments qui appartiennent aux plis internes postérieurs (*pidp*, *pigp*) s'unissent de même que ceux qui appartiennent aux plis internes antérieurs (*pida*, *piga*), d'où l'inclusion à l'intérieur du système périphérique de quatre massifs médullaires (*fig.* 150).

Immédiatement au-dessous du point d'émission des folioles, ces quatre massifs s'unissent en un anneau à bois périphérique et à liber interne. Chacune des folioles reçoit de cette masse circulaire deux faisceaux qui constituent les régions latérales de leur chaîne.

Les éléments du système périphérique, dans le cas d'une feuille à huit folioles, se divisent de la manière suivante : le médian *mp* en quatre faisceaux (*fig.* 151); chacun des latéropostérieurs en trois faisceaux (*lpg* en *pgp*, *pgm*, *pga*), les faisceaux antérieurs restant indivis. Les branches les plus externes du médian (*m* 2) s'unissent aux branches voisines des latéropostérieurs (*pgp*), les branches antérieures des latéropostérieurs (*pga*) s'unissent aux faisceaux antérieurs (*ag*). Le système périphérique est alors représenté par huit faisceaux qui constituent chacun la partie médiane et postérieure de la chaîne d'une foliole.

PODALYRIÉES.

Anagyris fœtida L. — Les feuilles de l'*Anagyris fœtida* ont une structure analogue à celle des feuilles du *Cytisus Laburnum*. L'ap-

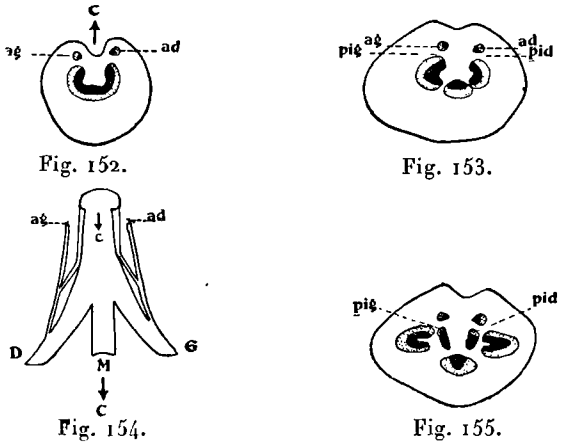


Fig. 152-155. — *Thermopsis fabacca.* — Section transversale du pétiole dans sa région moyenne (152). — Section transversale du pétiole dans sa région supérieure (153). — Section du trachis au niveau de l'émission des folioles latérales (154). — Parcours des faisceaux à la base du pétiole (155).

pareil conducteur est constitué à la base du pétiole par un anneau fermé dont se séparent plus haut, en deux points très éloignés,

deux faisceaux antérieurs qui, à la région supérieure du pétiole, reprennent leur place primitive.

Thermopsis fabacea D. C. — Malgré la taille relativement grande de la feuille, la chaîne foliaire est disposée suivant un arc ouvert présentant simplement à droite et à gauche un pli interne (*pid*, *pig*) jalonné par le reploiement des bords libres d'un faisceau postérieur très large et les bords contigus des faisceaux antérieurs (*fig.* 152 à 155).

LOTÉES.

Medicago falcata L. — Les pièces venues de la tige sont au nombre de trois, elles s'unissent dans la région basilaire du pétiole; plus haut, la chaîne se divise en trois faisceaux. Au sommet du pétiole, les bords libres du faisceau postérieur se recourbent vers l'intérieur de l'organe constituant à droite et à gauche un pli

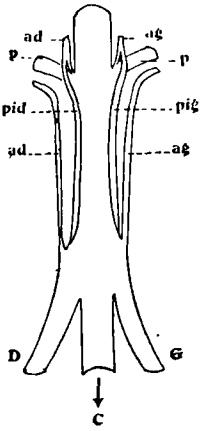


Fig. 156. — *Medicago falcata*. — Parcours des faisceaux dans le pétiole.

interne (*pid*, *pig*). Au moment de l'émission des folioles latérales, deux faisceaux *p* et *p'* se détachent du faisceau postérieur; un faisceau détaché de leur bord intérieur et la région du pli interne restent dans le rachis, et constituent un faisceau antérieur, de chaque côté. Les autres éléments des faisceaux *p*, *p'* et les faisceaux antérieurs se rendent dans les folioles latérales.

Trifolium hybridum L. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui, comme dans les cas précédents, s'unissent bord à bord à la base du pétiole, mais ici la chaîne se fragmente en cinq faisceaux : un médian (*mp*, *fig.* 157), deux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*), deux

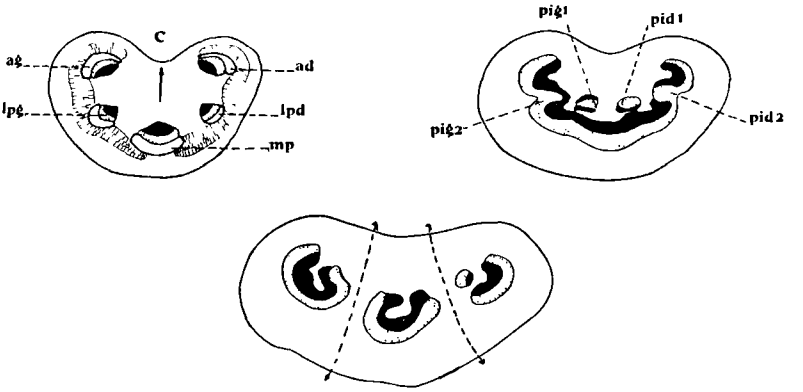


Fig. 157-159. — *Trifolium hybridum.* — Série ascendante de sections transversales de la région supérieure du pétiole.

antérieurs (*ad*, *ag*). Les bords de ces faisceaux se replient vers l'intérieur de l'organe (sauf les bords antérieurs des faisceaux antérieurs) et jalonnent de chaque côté deux plis internes : un premier pli interne (*pid* 1, *pig* 1) entre le médian et les latéropostérieurs ; un deuxième pli interne (*pid* 2, *pig* 2) entre les latéropostérieurs et les antérieurs. Les sommets de ces plis, ainsi que la portion médiane du faisceau *mp*, restent dans le rachis après l'émission des folioles latérales.

On voit, par ce qui précède, que la structure de ce type rappelle beaucoup celle du *Lupinus perennis* décrit plus haut.

ASTRAGALÉES.

On peut répartir les chaînes foliaires des *Astragalées* en quatre catégories :

1° Chaînes à faisceaux antérieurs ;

2° Chaînes réduites au système postérieur ;

3° Chaînes en anneau fermé présentant au niveau des points d'émission des folioles une série de plissements ;

4° Chaînes ouvertes et plissées.

I. — Chaînes à faisceaux antérieurs.

Robinia pseudo acacia L. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui se ferment; les trois anneaux libéroligneux qui en résultent s'unissent en un anneau dont les éléments ligneux sont en majorité des fibres; les vaisseaux y sont peu nombreux.

Plus haut, en même temps que les vaisseaux se multiplient, un faisceau se détache (A, *fig.* 160) de la région médiane de l'arc antérieur. Il ne tarde pas à se diviser en deux autres (*ad*, *ag*) qui s'écartent de plus en plus et se localisent dans les expansions latérales du rachis.

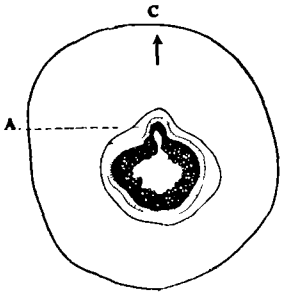


Fig. 160.

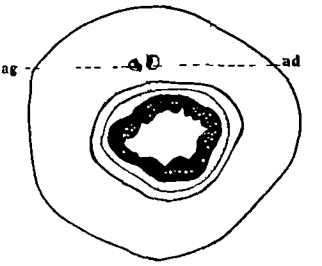


Fig. 161.

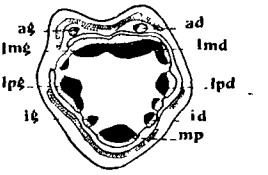


Fig. 162.

Fig. 160-162. — *Robinia pseudo acacia.* — Série ascendante de sections transversales à la base du pétiole.

L'anneau postérieur présente cinq à sept faisceaux juxtaposés et réunis dans une même gaine scléreuse. Ces faisceaux sont ainsi disposés : un faisceau médian (*mp*), flanqué de chaque côté d'un faisceau latéropostérieur (*lpd*, *lpg*), dont il est parfois séparé par un faisceau intermédiaire (*id*, *ig*), deux faisceaux latéromoyens (*lmd*, *lmg*), plus ou moins complètement soudés ferment en avant le système postérieur.

Les éléments vasculaires des folioles latérales se détachent des bords contigus des faisceaux latéropostérieurs et latéromoyens (*lpd* et *lmd*, *lpg* et *lmg*) et des faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*).

Le système postérieur et les faisceaux antérieurs, entre lesquels ne se fait aucun échange de cordon réparateur, s'affaiblissent simultanément par ces émissions successives, et l'importance relative des différents éléments de la chaîne reste la même d'un bout à l'autre du rachis.

Amorpha fruticosa L. — Le système antérieur se détache du reste de la chaîne en un point situé au milieu de l'arc antérieur, ou en deux points symétriques très rapprochés (*fig.* 163, *ad*, *ag*).

L'émission des sorties se fait comme dans le cas précédent.

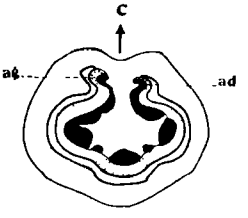


Fig. 163. — *Amorpha fruticosa.* — Section transversale de la base du pétiole.

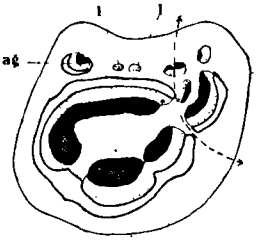


Fig. 164. — *Amorpha fruticosa.* — Section transversale du rachis au point d'émission d'une foliole latérale.

De distance en distance, d'une manière très irrégulière, un cordon libérien (*l*, *l'*) se détache du système postérieur et vient renforcer l'un ou l'autre des faisceaux antérieurs (*fig.* 164).

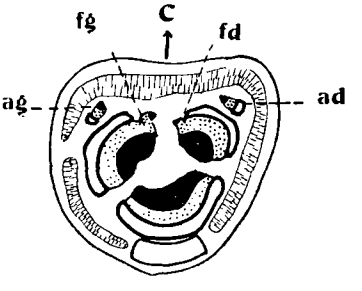


Fig. 165. — *Indigofera Dosua.* — Section transversale du rachis au-dessus du point d'émission d'une paire de folioles latérales.

Indigofera Dosua Wall. — Après la jonction des trois faisceaux venus de la tige, la chaîne s'ouvre en avant; ses deux extrémités

libres se détachent et constituent les deux faisceaux antérieurs. Au-dessus de ce point, le système postérieur se ferme.

Le système conducteur des folioles latérales se forme comme dans le cas précédent, mais les faisceaux antérieurs, très réduits dès la première émission, sont renforcés par des faisceaux détachés de la région médiane du système postérieur. On ne constate généralement pas la présence d'autres faisceaux réparateurs au-dessus de ce niveau.

Glycyrrhiza glabra L. — Les faisceaux antérieurs se différencient comme dans le cas précédent par isolement des extrémités libres de la chaîne.

Le système postérieur est constitué par sept faisceaux distincts : un médian postérieur (*mp*), deux faisceaux intermédiaires (*id*, *ig*), deux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*), deux latéromoyens (*lmd*, *lmg*).

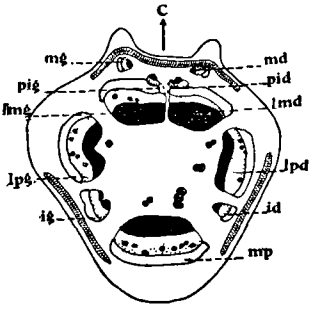


Fig. 166. — *Glycyrrhiza glabra.* — Aspect de la section moyenne du pétiole. *cs*, canaux sécréteurs.

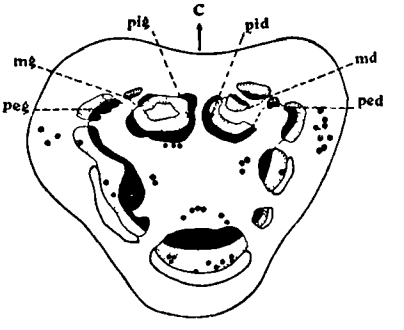


Fig. 167. — *Glycyrrhiza glabra.* — Section du rachis au niveau d'émission des folioles latérales.

(Les canaux sécréteurs ont été représentés par des hachures.).

Les faisceaux latéropostérieurs reçoivent, plus ou moins régulièrement, après l'émission des folioles, des fascicules détachés des faisceaux intermédiaires, lesquels à leur tour sont renforcés par des éléments provenant du médian.

Les systèmes conducteurs des folioles latérales se forment aux dépens des faisceaux latéropostérieurs, moyens et antérieurs.

A partir de l'émission de la deuxième paire de folioles, les faisceaux antérieurs sont renforcés dans chaque mériphylle par des faisceaux détachés des faisceaux moyens correspondants.

Les deux faisceaux moyens (*lmd*, *lmg*), droit et gauche, restent distincts et assez fortement éloignés l'un de l'autre, de sorte que l'appareil conducteur foliaire a l'aspect d'une chaîne plissée, analogue à celle de beaucoup de Rosacées et où il est facile de reconnaître les différentes régions précédemment décrites : plis externes (*ped*, *peg*); plis internes (*pid*, *pig*); régions marginales (*md*, *mg*).

Caragana Altagana Poir. — A la base du pétiole, la chaîne présente la forme d'un arc ouvert qui se fragmente en cinq tronçons très inégaux : un faisceau médian (*fig.* 168 *mp*), deux masses vasculaires symétriques (*ld*, *lg*) correspondant à l'union des faisceaux latéropostérieurs et moyens des types précédents, deux faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*) très réduits.

L'émission de l'appareil conducteur de la première paire de folioles

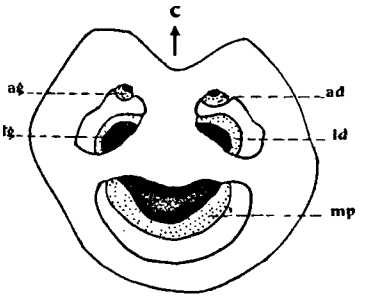


Fig. 168. — *Caragana Altagana.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

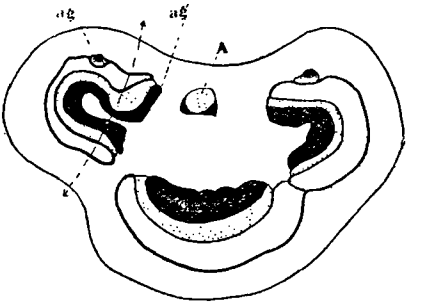


Fig. 169. — *Caragana Altagana.* — Section du rachis au point d'émission d'une foliole latérale [dans le cas où la feuille possède un vestige d'arc antérieur (A)].

se fait aux dépens des faisceaux postérieurs symétriques et des faisceaux antérieurs qui se rendent tout entiers dans les folioles latérales; ils sont remplacés aussitôt par deux faisceaux détachés de l'extrémité antérieure des massifs *ld*, *lg*; ces nouveaux faisceaux antérieurs (*fig.* 169, *ag'*) sont entraînés par l'émission de la deuxième paire de folioles, ils sont à leur tour remplacés par d'autres faisceaux détachés des massifs *ld*, *lg*.

Les mêmes faits se reproduisent au niveau de l'émission de chaque paire de folioles, mais les faisceaux antérieurs qui se différencient

sont de plus en plus réduits, et, à la région supérieure du rachis, ils ne se forment plus,

Chez certaines feuilles peu développées, les faisceaux antérieurs sont représentés par des fascicules libériens réduits à quelques éléments. Dans d'autres feuilles présentant un surcroît de développement, on constate, dans la région médiane antérieure de la chaîne, l'existence d'un faisceau d'ailleurs très réduit (A) qui correspond à un vestige d'arc antérieur et contribue aussi à la formation des faisceaux *ad*, *ag* (*fig.* 169).

II. — Chaînes réduites au système postérieur.

Caragana frutescens Mevic. — Les faisceaux antérieurs ne se différencient plus. La chaîne est constituée seulement pas trois masses libéroligneuses : un faisceau médian (*mp*), deux massifs symétriques correspondant aux faisceaux latéropostérieurs et moyens soudés. C'est de ces massifs (*ld*, *lg*) que se détachent les masses vasculaires qui se rendent dans les folioles latérales.

Colutea arborescens L. — La chaîne comprend cinq faisceaux : un médian; deux latéropostérieurs; deux moyens. Les faisceaux des folioles latérales empruntent leurs éléments aux faisceaux latéropostérieurs et moyens.

III. — Chaînes fermées présentant au-dessous des points d'émission des folioles une série de plissements.

Galega officinalis L. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux (*fig.* 170 : *M*, *D* et *G*). Le faisceau médian (*M*) se divise en trois autres. Les faisceaux latéraux qui résultent de cette division, après avoir émis sur leur face interne chacun un fascicule (*id*, *ig*), se bifurquent. Les faisceaux foliaires latéraux *D* et *G* s'insèrent entre les branches qui résultent de cette bifurcation; il en résulte une masse complexe qui se divise en trois faisceaux : deux gros faisceaux, l'un antérieur (*lad*, *lag*), l'autre postérieur (*lpd*, *lpg*), séparés par un faisceau plus petit (*fd*, *fg*).

La chaîne est constituée à ce niveau par cinq gros faisceaux séparés les uns des autres par des faisceaux plus petits.

L'émission des sorties se fait de chaque côté du rachis en trois points plus saillants, entre lesquels on distingue deux plis internes, l'un antérieur (*piga*), l'autre postérieur (*pigp*).

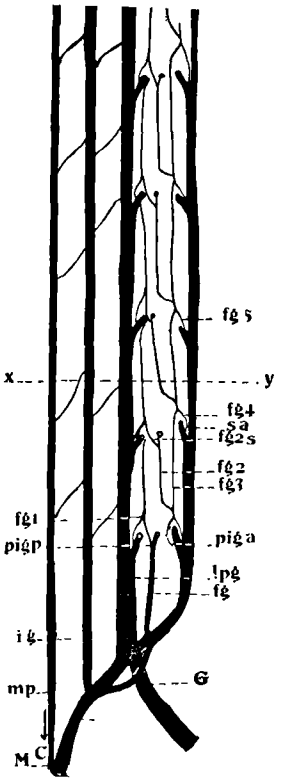


Fig. 170.

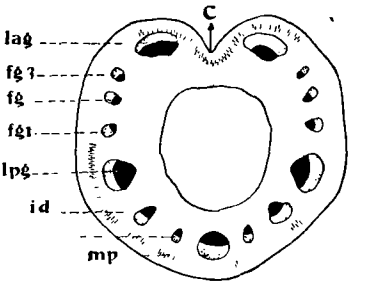


Fig. 171.

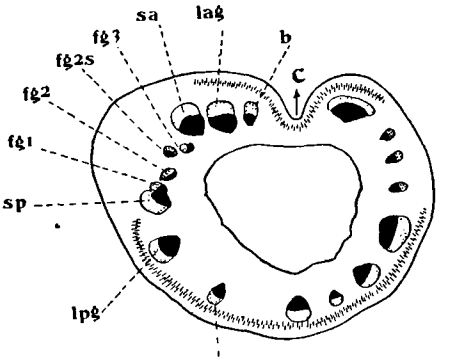


Fig. 171 *bis*.

Fig. 170-171 *bis*. — *Galega oficinalis*. — Parcours des faisceaux dans le pétiole et le rachis principal (170). — Section transversale du rachis entre les points d'émission de deux paires de folioles suivant la ligne *xy* de la figure 170 (171). — Section transversale du rachis au-dessous des points d'émission des folioles latérales (171 *bis*).

Au niveau de l'émission de la première paire de folioles latérales, les éléments libéroligneux qu'elles reçoivent proviennent des latéro-postérieurs (*lpg*), des faisceaux moyens (*fg*), des faisceaux antérieurs (*lag*), qui présentent chacun une région en saillie vers l'extérieur, correspondant respectivement aux plis externes postérieurs et antérieurs et à la région marginale.

Les latéropostérieurs se divisent en deux autres, l'un plus intérieur (*lpg*) qui reste dans le rachis, l'autre qui comprend la région du pli externe (*sp*) et qui sort en majeure partie (*fig.* 171 *bis*).

En avant et en arrière du pli externe postérieur, les éléments du faisceau *sp*, qui demeurent dans le rachis, constituent un faisceau *fg* 1 ; il en est de même des éléments situés de part et d'autre de la région marginale qui s'unissent en un faisceau ; ce dernier se divise bientôt en deux autres (*fg* 2 et *fg* 3).

Au moment de l'émission de la foliole suivante, le faisceau *fg* 1 s'unit au faisceau *sp'* et sort : le faisceau *fg* 2 se divise en deux parties, l'une *fg* 2 *s* qui sort, et l'autre (pli interne postérieur constitué par *fg* 2') qui reste dans le rachis, et, après avoir été renforcé par un fascicule détaché de *sp'*, se comporte comme *fg* 1.

Dans le même parcours, le faisceau *fg* 3, après avoir été renforcé par un fascicule *fg* 4, se bifurque en deux branches *fg* 2', *fg* 3', qui se comportent plus haut comme les faisceaux *fg* 2, *fg* 3 que nous venons d'étudier et ainsi de suite.

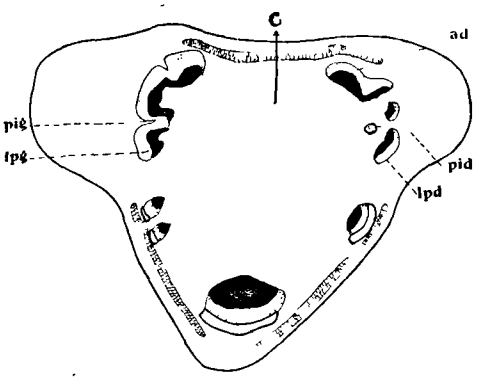


Fig. 172. — *Astragalus glycyphyllos.* — Section transversale du rachis au-dessus du point d'émission des folioles latérales.

La majeure partie des éléments libéroligneux des folioles latérales provient donc, comme dans les cas précédents, des faisceaux antérieurs (*lad*, *lag*) et latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*) ; ces derniers sont renforcés de distance en distance par des fascicules détachés des faisceaux intermédiaires (*id*, *ig*), qui reçoivent eux-mêmes du médian des cordons réparateurs. Grâce à ces dispositifs, l'aspect de la chaîne reste sensiblement le même d'un bout à l'autre du rachis.

Astragalus Glycyphyllos L. — La structure des feuilles est sensiblement la même que celle des feuilles du *Galega officinalis*, mais la chaîne ne présente que deux régions d'émission distinctes constituées aux dépens des faisceaux latéropostérieurs (*fig.* 172, *lpd*, *lpg*) et antérieurs (*ad*, *ag*) séparés par un pli interne qui porte sur le faisceau moyen (*pid*, *pig*).

IV. — Chaînes ouvertes et plissées.

Anthyllis Vulneraria L. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux : un médian et deux latéraux (*fig.* 173). Chacun des latéraux se divise en trois branches : une branche postérieure, qui s'unit au

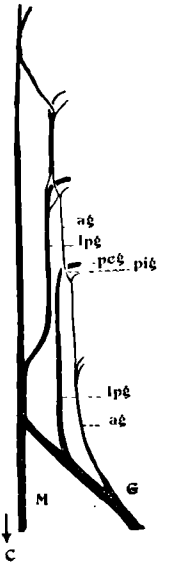


Fig. 173. — *Anthyllis vulneraria.* — Parcours des faisceaux du côté gauche du rachis.

faisceau médian; une branche moyenne, qui constitue le faisceau latéropostérieur (*lpd*, *lpg*); une branche antérieure, qui constitue le faisceau antérieur (*ad*, *ag*).

L'émission de la première paire de folioles se fait aux dépens du bord supérieur des faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*).

Plus haut, le reploiement vers l'intérieur de l'organe des

régions contiguës des faisceaux latéropostérieur et antérieur constitue un pli interne (*pig*) séparant de la région marginale un pli externe (*peg*). Les faisceaux qui se rendent dans la deuxième paire de folioles partent de ces deux dernières régions plus saillantes vers l'extérieur. Le sommet du pli interne ainsi que la partie inférieure des faisceaux latéropostérieurs restent dans le rachis, leur ensemble forme un faisceau qui joue le rôle de faisceau antérieur. Un faisceau (*lpg'*) se détache de chaque côté du faisceau médian et reconstitue le faisceau latéropostérieur. Un pli interne se forme comme précédemment aux dépens des bords contigus des faisceaux antérieur et latéropostérieur.

Les mêmes faits se répètent aux points d'émission des différentes folioles, sauf au sommet du rachis. Après l'émission de l'avant-dernière paire de folioles, la partie inférieure des latéropostérieurs et la région des plis internes s'unissent au faisceau médian. Les faisceaux des folioles de la dernière paire se détachent des bords libres de ce dernier.

PHASÉOLÉES.

Phaseolus vulgaris L. — L'anneau, formé par la jonction des trois pièces libéroligneuses venues de la tige, présente, au-dessus du renflement basilaire du pétiole, soit une saillie unique, soit deux saillies que ne sépare qu'une rangée de cellules (*fig.* 174). Ces éléments plus extérieurs ne tardent pas à se détacher de la région médiane antérieure de la chaîne, se disposent suivant un arc de cercle et vont se loger à droite et à gauche dans les ailes du pétiole, constituant deux faisceaux antérieurs (*ad*, *ag*). En même temps, le système postérieur se fragmente en un certain nombre de faisceaux ainsi disposés (*fig.* 175) : un faisceau médian (*mp*) flanqué de deux petits faisceaux symétriques (*id*, *ig*), deux faisceaux latéropostérieurs, droit et gauche (*lpd*, *lpg*), deux faisceaux moyens (*lmd*, *lmg*); le système postérieur est fermé en avant par deux autres fascicules (*fd*, *fg*) placés entre les deux faisceaux moyens symétriques. Tous ces faisceaux, très distincts les uns des autres, sont entourés par une gaine commune de sclérenchyme.

Les faisceaux qui se rendent dans les stipelles partent de la région convexe des faisceaux antérieurs.

Au niveau de l'émission des folioles latérales, les petits faisceaux s'unissent aux gros faisceaux voisins (*id* à *lpd*, *ig* à *lpg*). Les éléments du système postérieur qui se rendent dans les folioles latérales se détachent à la fois des faisceaux latéropostérieurs et moyens. Les faisceaux antérieurs tout entiers se rendent dans les folioles latérales; ils se divisent en deux portions qui s'insèrent à droite et à gauche de la brèche que présente en avant l'ensemble des faisceaux détachés du système postérieur.

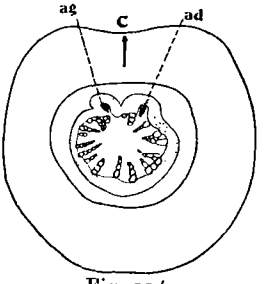


Fig. 174.

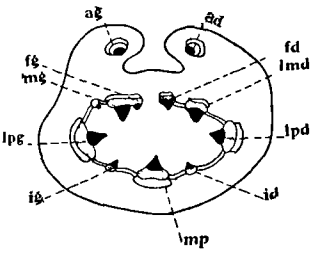


Fig. 175.

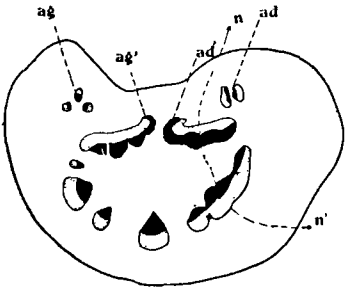


Fig. 176.

Fig. 174-176. — *Phaseolus vulgaris*. — Base du pétiole (section transversale) (174). — Région moyenne du pétiole (175). — Région supérieure du pétiole (176).

La région médiane de l'anneau postérieur s'entr'ouvre; les extrémités libres de l'arc libéroligneux qui en résulte se recourbent vers l'extérieur, leur portion ligneuse étant tournée vers la face supérieure de l'organe; elles se détachent du système postérieur (*fig.* 176, *ad'*, *ag'*) et vont occuper dans les ailes du rachis la même position que les faisceaux *ad*, *ag* dans le pétiole.

Du faisceau médian se détachent deux faisceaux; les faisceaux moyens émettent sur leurs bords contigus deux faisceaux. L'aspect

de la chaîne reste donc à ce niveau analogue à ce qu'il était dans le pétiole.

Au sommet du rachis, les faisceaux qui se rendent dans les stipelles se détachent des faisceaux antérieurs (*ad'*, *ag'*); l'anneau postérieur s'entr'ouvre en avant et, sur ses bords, les faisceaux reprennent leur place primitive; sur un court espace, qui correspond à une dépression visible extérieurement, les faisceaux se fusionnent en un arc libéroligneux dans lequel le bois est exclusivement représenté par des fibres.

Apios tuberosa Mœnch. — Les feuilles de l'*Apios tuberosa*, bien que plurifoliolées, présentent les mêmes particularités que celles du *Phaseolus vulgaris*. Les faisceaux antérieurs se rendent dans les folioles latérales et sont régulièrement remplacés, après l'émission de chaque foliole, par des faisceaux détachés de la région médiane du système postérieur.

La plupart des types des *Phaséolées* présentent une structure analogue à celle de ces deux exemples. Ils se rapprochent de certaines Astragalées chez lesquelles les faisceaux antérieurs sont renforcés par des cordons réparateurs détachés du médian (*Indigofera*, etc.). Certains genres tels que les genres *Wistaria* et *Erythrina* s'écartent sensiblement des précédents. Ils présentent d'autre part des caractères morphologiques qui ont conduit divers auteurs à les éloigner des Phaséolées; le genre *Wistaria*, malgré la présence de stipules, d'ailleurs très réduites et généralement dépourvues d'appareil vasculaire, a été placé parmi les *Astragalées*; d'autre part, le genre *Erythrina* possède des fruits indéhiscents qui permettent de le rapprocher des *Hédysarées*.

Le *Wistaria sinensis* L. présente dans la feuille la même structure que le *Robinia pseudo acacia*.

L'*Erythrina crista galli* possède une chaîne foliaire dont les faisceaux sont disposés suivant un cercle régulier. Au-dessous du point d'émission des folioles latérales, ce cercle se plisse et différencie, à droite et à gauche, deux plis internes (*pida*, *pidp*, *piga*, *pigp*) séparant trois régions d'émission très saillantes et nettement distinctes, structure qui n'est pas sans analogie avec celle de certaines *Hédy sarées*.

HEDYSARÉES.

Onobrychis sativa Lam. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux.

Le faisceau médian se divise en trois branches, ses branches latérales se bifurquent; les faisceaux antérieurs (*fig.* 177, *lad, lag*) qui

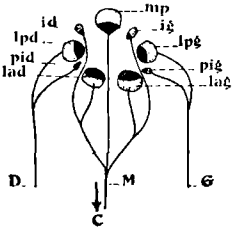


Fig. 177. — *Onobrychis sativa.* — Parcours des faisceaux à la base du pétiole.

résultent de cette bifurcation sont beaucoup plus développés que ses faisceaux postérieurs (*id, ig*).

Les faisceaux foliaires latéraux se divisent chacun en deux autres : l'un plus volumineux (*lpd, lpg*) postérieur, l'autre antérieur (*pid, pig*) plus réduit; ces deux faisceaux s'intercalent entre les deux faisceaux *lad* et *id*, *lag* et *ig* qui résultent de la bifurcation des branches latérales du faisceau médian.

Les sorties qui se rendent dans les folioles latérales proviennent des gros faisceaux antérieurs (*lad, lag*) et postérieurs (*lpd, lpg*), qui différencient deux régions plus saillantes, séparées par une portion plus intérieure constituée par les faisceaux dont les éléments demeurent dans le rachis (plis internes : *pid, pig*).

De distance en distance, le faisceau médian (*mp*) émet vers les petits faisceaux qui le flanquent à droite et à gauche (*id, ig*) des fascicules qui les renforcent; ces derniers renforcent à leur tour les faisceaux latéropostérieurs (*lpd, lpg*).

Coronilla varia L. — Le faisceau médian venu de la tige reste simple; les faisceaux foliaires latéraux lui envoient une branche anastomotique très grêle et se divisent en deux faisceaux latéropostérieurs (*lpd, lpg*) et antérieurs (*lad, lag*).

Les éléments conducteurs des nervures latérales partent à la fois

des faisceaux latéropostérieurs et antérieurs, qui ne sont pas séparés par un pli interne.

Ce type diffère du précédent : 1° par le fait que les faisceaux

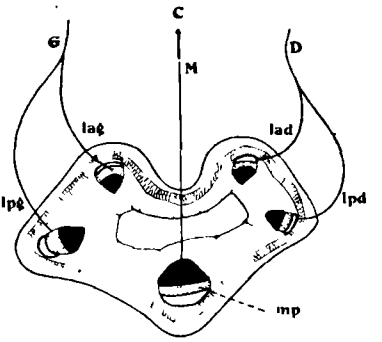


Fig. 178. — *Coronilla varia.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

antérieurs, au lieu d'être formés aux dépens du faisceau médian, sont formés aux dépens des faisceaux latéraux; 2° par l'absence de pli interne.

Ornithopus compressus L.— Jusqu'à la première paire de nervures, la structure de la feuille est la même que dans le type précédent;

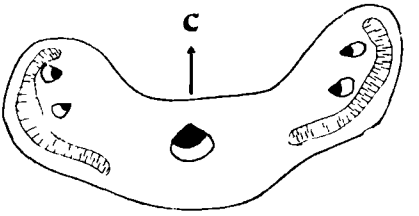


Fig. 179. — *Ornithopus compressus.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

plus haut, les faisceaux latéropostérieurs et antérieurs se fusionnent en un faisceau latéral unique de la région médiane, duquel partent les faisceaux des folioles latérales.

Scorpiurus subvillosa L. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux. Les faisceaux latéraux envoient au faisceau médian un fais-

ceau anastomotique presque horizontal, puis se divisent en deux faisceaux, l'un latéropostérieur (*fig.* 180 et 181, *lpd*, *lpg*), l'autre antérieur (*ad*, *ag*); plus haut, des faisceaux sont disposés suivant un arc de cercle largement ouvert en avant; la chaîne ne présente *aucun vestige d'arc antérieur.*

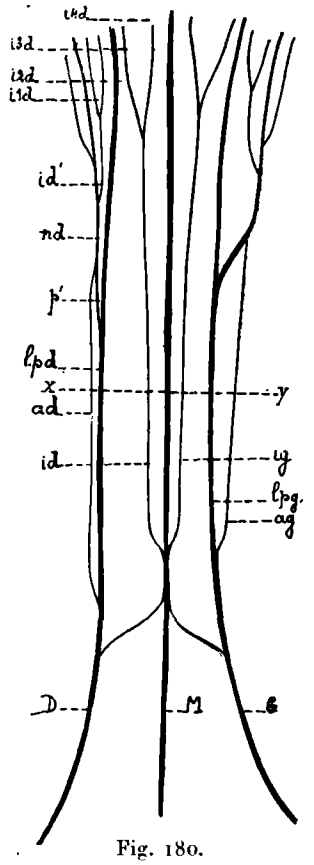


Fig. 180.

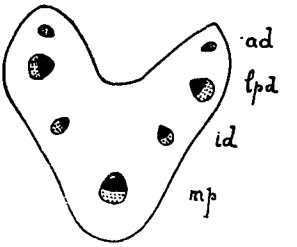


Fig. 181.

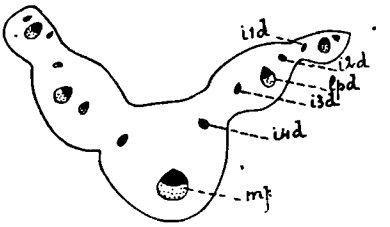


Fig. 182.

Fig. 180-182. — *Scorpiurus subvillosa.* — Parcours des faisceaux (180). — Section transversale de la région moyenne du pétiole (181). — Section transversale des diverses nervures de la base du limbe (182).

Chacune des nervures principales possède un faisceau postérieur flanqué de deux faisceaux antérieurs.

A la base du limbe, l'émission des principales nervures s'opère de la manière suivante. Les faisceaux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*)

émettent un faisceau (p') qui s'unit au faisceau antérieur correspondant (*ad*, *ag*). Le faisceau (*nd*) qui résulte de cette union émet sur son bord interne un petit faisceau ($i\,d'$, par exemple) qui se divise aussitôt en deux autres ($i\,1\,d$ et $i\,2\,d$); $i\,1\,d$ constitue le faisceau interne antérieur de la première nervure émise, tandis que son faisceau externe antérieur est formé par un faisceau détaché de la région antérieure du faisceau *nd*. Au niveau de l'émission de la deuxième paire de nervures, les faisceaux *id*, *ig* se bifurquent, *id* donnera $i3d$ et $1\,4\,d$. Le faisceau médian de la deuxième paire de nervures est constitué par ce qui reste du latéropostérieur après l'émission de la première paire de nervures, son faisceau externe antérieur par le faisceau $i\,2\,d$, son faisceau interne antérieur par le faisceau $1\,3\,d$. Il ne reste dans la nervure médiane que le faisceau *mp* et les faisceaux $i\,4\,d$, $i\,4\,g$.

VICIÉES.

Pisum sativum L. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux. Le faisceau foliaire médian se divise en trois branches : la branche médiane qui résulte de cette division constitue le faisceau *mp* et émet de chaque côté un faisceau plus petit (f_1); les deux branches latérales émettent d'arrière en avant deux fascicules (f_2, f_3), un faisceau assez développé F'_1 et un faisceau qui se divise bientôt en trois fascicules (f_4, f_5, f_6), puis elles se bifurquent et les faisceaux foliaires latéraux s'insèrent entre les deux branches qui résultent de cette bifurcation.

La chaîne est constituée, par suite, dans le pétiole : postérieurement, par un faisceau médian (*mp*) à droite et à gauche duquel se trouve un faisceau (F'_1) flanqué en avant et en arrière par un groupe de trois fascicules; antérieurement, à droite et à gauche par trois faisceaux (F_2, F_3, F_4).

Au niveau de l'émission des folioles latérales, le faisceau F_1, après avoir émis sur son bord postérieur trois fascicules (f'_4, f'_5, f'_6), s'unit à l'ensemble qui résulte de la fusion de tous les faisceaux situés en avant de lui. C'est de la région centrale de l'arc vasculaire ainsi formé que se détachent les faisceaux destinés aux folioles latérales; la portion de cet arc située en avant de la brèche causée par cette émission se divise en deux faisceaux F'_3, F'_4, sa portion postérieure constitue

un faisceau unique F'_2. Du faisceau médian se détache un faisceau F'_1 qui émet sur son bord interne des faisceaux f'_1, f'_2, f'_3.

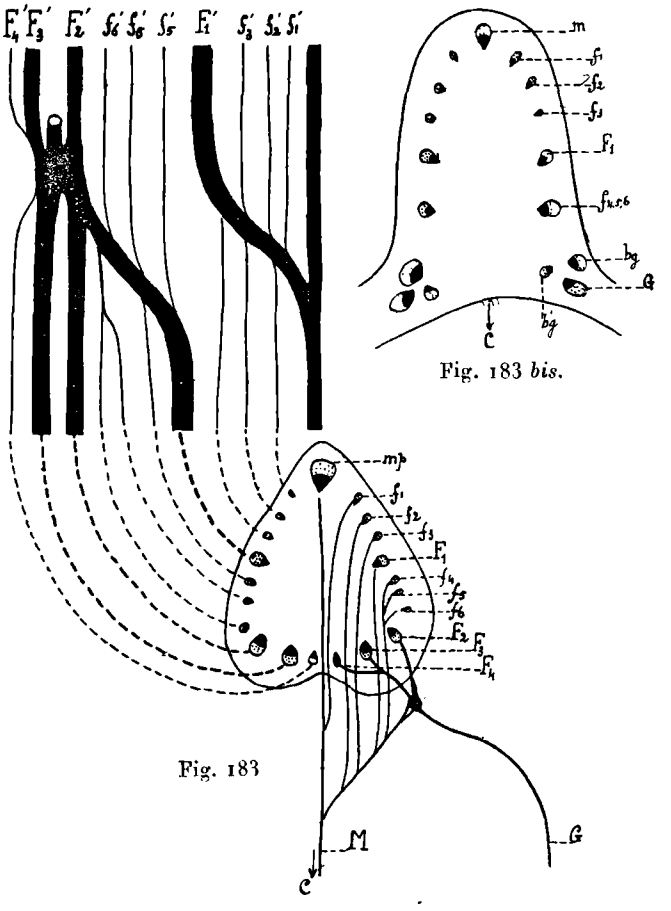


Fig. 183 et 184. — *Pisum sativum.* — Section transversale de la région moyenne du pétiole montrant les rapports des divers faisceaux avec les trois faisceaux venus de la tige (183). — Aspect d'une section de la base du pétiole pratiquée immédiatement au-dessous des points de contact des trois faisceaux foliaires (183 *bis*). — Parcours des faisceaux au point d'émission des folioles latérales (184).

On voit que, grâce aux dispositifs qui viennent d'être indiqués, l'aspect de la chaîne est le même après et avant l'émission des nervures. Les mêmes faits se répètent pour l'émission des vrilles laté-

rales. La seule différence que l'on constate vers la région supérieure de la feuille réside dans le fait que les groupes de fascicules qui flanquent en avant et en arrère les faisceaux F_1 peuvent se réduire de trois à deux éléments.

Orobus vernus L. — La feuille reçoit de la tige cinq faisceaux.

Le faisceau médian se divise en trois branches; la branche médiane émet à droite et à gauche deux fascicules; les branches latérales émettent en avant un faisceau (a, a') puis se bifurquent.

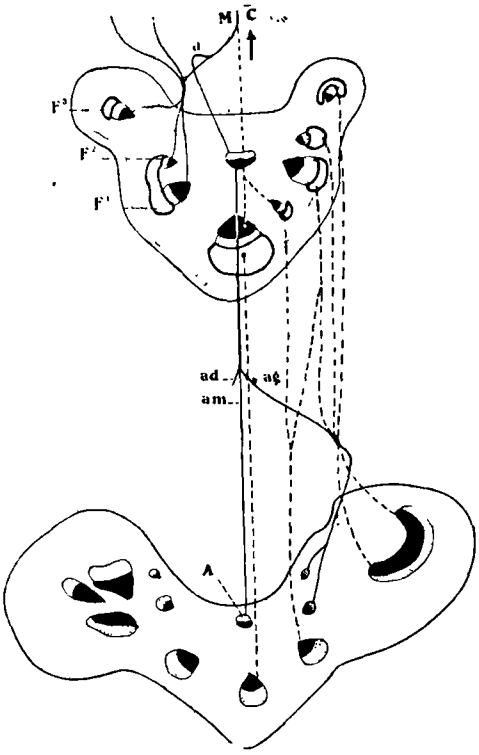


Fig. 185. — *Orobus vernus.* — Sections transversales pratiquées au-dessus et au-dessous du point d'émission d'une paire de folioles latérales avec l'indication du parcours des faisceaux de l'une à l'autre.

Les pièces latérales s'insèrent entre les deux faisceaux résultant de cette bifurcation; l'ensemble ainsi formé se divise en trois faisceaux F^1, F^2, F^3. Les faisceaux a et a' se fusionnent en un faisceau unique A.

Au niveau de l'émission des folioles latérales, le faisceau A se divise en trois autres *ad*, *am*, *ag*, le faisceau F' se divise en F^{1a}, F^{1p}. Les faisceaux F^{1a}, F^2, F^3, *ad* s'unissent en un arc

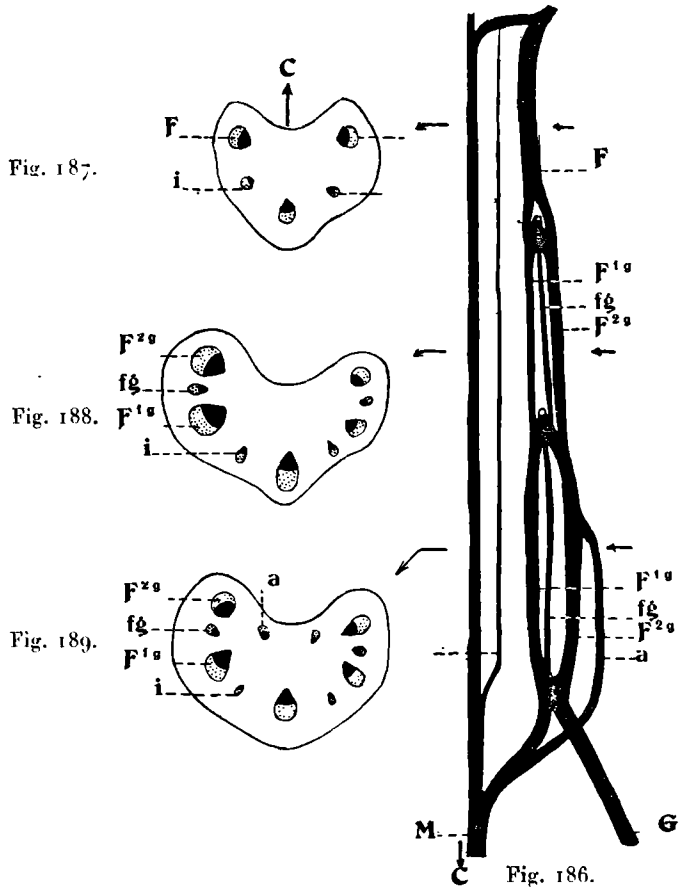


Fig. 186. — *Faba vulgaris*. — Parcours des faisceaux dans le pétiole et le rachis primaire.

Fig. 187, 188, 189. — Série descendante de sections transversales pratiquées dans la région moyenne de chacun des mériphylles.

unique, duquel se détache latéralement la masse vasculaire qui se rend dans la foliole correspondante. La portion de tissu vasculaire, située en avant de la brèche causée par cette émission, constitue le faisceau F^3 et F^2 du nouveau mériphylle;

la portion de l'arc de cercle située en arrière en constitue le faisceau F^1.

Faba vulgaris Mœnch. La feuille reçoit de la tige trois faisceaux: un faisceau médian et deux faisceaux latéraux.

Le faisceau médian se divise en trois branches : les branches latérales émettent en avant chacune un petit faisceau (*a*) puis s'unissent aux faisceaux latéraux; l'ensemble ainsi formé se divise en deux gros faisceaux F^{1g}, F^{2g}, séparés par un faisceau plus petit *fg*. De la branche médiane, se détache latéralement, de chaque côté, un faisceau plus petit (*i*).

Les faisceaux antérieurs F^{1g}, F^{2g} s'unissent, au niveau d'émission des folioles latérales, en une masse vasculaire unique, du milieu de laquelle se détachent les faisceaux qui se rendent dans les nervures latérales. La partie qui constitue le faisceau F^{2g} du nouveau méri-phylle est celle qui se trouve en avant de la brèche qui résulte de cette émission; les faisceaux *fg* et F^{1g} sont formés par les éléments qui se trouvent en arrière de cette brèche.

Au niveau de l'émission de la deuxième paire de folioles, les mêmes faits se reproduisent, mais le faisceau *f* ne se forme pas.

La dernière paire de folioles est vascularisée par les faisceaux *F* et par des faisceaux détachés du faisceau médian.

CONCLUSIONS
CONCERNANT LA TRIBU DES PAPILIONACÉES.

Chez les *Swartziées, les Dalbergiées* et certaines *Sophorées*, l'arc antérieur présente quatre ou trois saillies qui aboutissent soit à des faisceaux médullaires, soit à des faisceaux corticaux. Chez certaines *Sophorées*, les deux saillies latérales se forment seules dans le rachis principal; chez d'autres, elles ne se forment pas dans le rachis principal et n'apparaissent que dans les folioles.

Génistées et *Podalyriées* présentent un système antérieur provenant de deux saillies latérales très éloignées, ou simplement de la rupture des extrémités d'une chaîne plissée simple.

Chez les *Lotées*, la chaîne foliaire est plissée et largement ouverte en avant.

Chez les *Astragalées*, on rencontre quatre sortes de chaînes :

1° Chaînes à faisceaux antérieurs distincts;
2° Chaînes plissées au niveau des points d'émission;
3° Chaînes constituées par un anneau fermé simple;
4° Chaînes ouvertes et plissées.

Chez les *Phaséolées*, les faisceaux antérieurs, épuisés par l'émission des folioles latérales sont remplacés par des éléments détachés de la région médiane du système postérieur.

La chaîne foliaire des *Hédysarées* se plisse au niveau de l'émission des folioles latérales; dans les formes réduites, elle ne présente pas de plissements même à ce niveau.

Chez les *Viciées*, l'absence de plissement est générale, les faisceaux sont nombreux et distincts.

Les chaînes foliaires dans chacune de ces tribus présentent donc une allure particulière, sauf dans la tribu des Astragalées, dans laquelle se rencontrent les formes des chaînes de différentes tribus, comme si elle constituait une tribu nodale dont ces dernières dériveraient. Les Astragalées se rattachent d'autre part, par les Sophorées, aux types possédant des massifs médullaires qui semblent constituer un ensemble de formes communes aux trois sous-familles de Légumineuses.

CHAPITRE III.

L'APPAREIL CONDUCTEUR DES FEUILLES DES MIMOSÉES.

Affonsea bullata Benth. — Les *Affonsea* sont généralement considérés, à cause du nombre de leurs carpelles, comme des formes primitives.

Leur appareil conducteur foliaire présente un système médullaire qui, à la base du pétiole, est constitué par un noyau libérien complètement entouré de bois. Ce système se forme de la même manière que chez les *Chrysobalanées*.

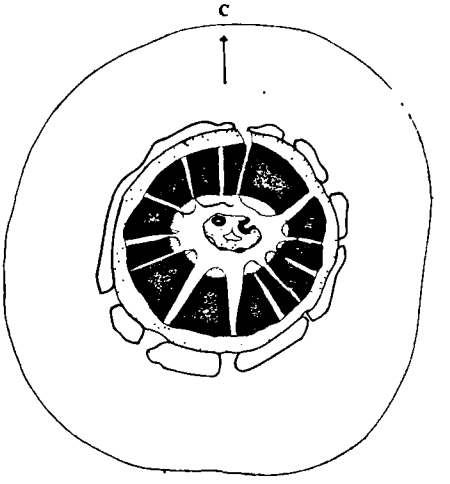


Fig. 190. — *Affonsea bullata*. — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

Plus haut, antérieurement, à droite et à gauche, le système médullaire présente, en deux points, un épaississement marqué de la bande ligneuse. Dans ces régions, le bois s'invagine vers l'intérieur du massif (*fig.* 190), à mesure que l'on s'élève dans le rachis, en même temps que disparaissent les éléments périphériques; enfin ces

deux invaginations s'isolent complètement et constituent deux anneaux fermés à bois interne et à liber périphérique.

Les éléments ligneux intérieurs disparaissent, plus haut, à leur tour et le système médullaire est représenté par une série d'îlots libériens entourés de sclérenchyme.

Au niveau des points d'émission des folioles latérales, certains de ces îlots s'ajoutent au système périphérique qui présente alors, par suite de ces adjonctions, un certain nombre de plissements. Ce sont des régions plus saillantes ainsi différenciées que partent les faisceaux des folioles latérales.

Mimosa pudica L. — Au-dessus de la région du renflement moteur, dans laquelle la chaîne foliaire est constituée par un anneau fermé,

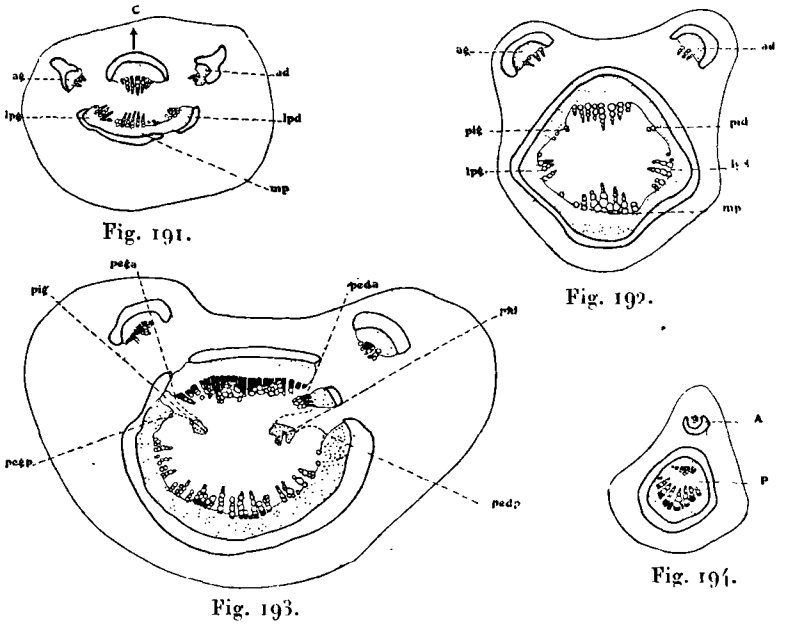


Fig. 191.

Fig. 192.

Fig. 193.

Fig. 194.

Fig. 191-194. — *Mimosa pudica.* — Section transversale à la base du pétiole. (191). — Au milieu du pétiole (192). — A la région supérieure du pétiole (193) — Section transversale d'un rachis secondaire (194).

se détachent en avant deux arcs libéroligneux qui constituent les faisceaux antérieurs *ad ag* (*fig.* 191).

L'anneau postérieur est constitué par un faisceau médian (*mp*) flanqué de deux faisceaux latéropostérieurs (*lpd*, *lpg*) et par une masse antérieure, de formation plus tardive qui le ferme en avant. Cette dernière est séparée des faisceaux latéropostérieurs par deux régions en majeure partie libériennes (*pid*, *pig*). Au niveau de l'émission des rachis latéraux, ces régions tendent à devenir de plus en plus intérieures par rapport aux autres éléments et jalonnent deux plis internes symétriques (*pid*, *pig*) qui séparent,

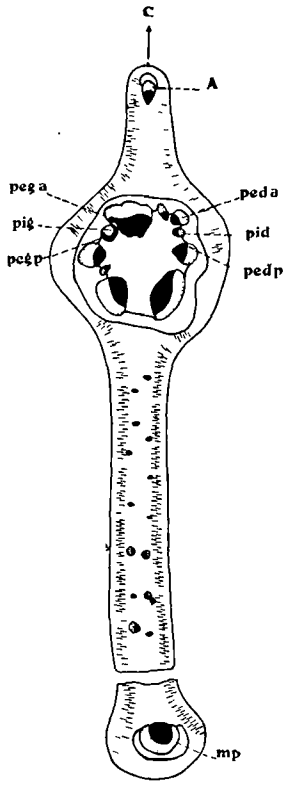


Fig. 195. — *Acacia Hanburyana*. — Section transversale au sommet du pétiole.

dans l'anneau postérieur de chaque côté, deux régions plus extérieures (à droite *peda*, *pedp*, à gauche *pega*, *pegp*). Les plis externes d'un même côté s'unissent par leur sommet; la continuité de la chaîne se rompt suivant ces points de contact : d'où l'inclusion

à l'intérieur de l'anneau postérieur de deux systèmes médullaires symétriques, parfois exclusivement composés d'éléments libériens, renfermant pourtant dans certains cas des vaisseaux ligneux.

Les éléments qui se rendent dans les rachis latéraux sont constitués par les régions des plis externes, antérieur et postérieur fusionnés, et par une partie des faisceaux antérieurs.

Dans les rachis latéraux les deux faisceaux antérieurs sont fusionnés en un seul (A, *fig.* 194).

Acacia Hanburyana Hort. Winter. — L'*Acacia Hanburyana*, hybride horticole d'origine récente (*podalyriæ'olia* × *dealbata*), présente un intérêt tout spécial au point de vue anatomique. Cet intérêt résulte du fait que les feuilles présentent un pétiole et un rachis primaire fortement aplati perpendiculairement au plan du limbe, rappelant les phyllodes de beaucoup d'autres Acacias et présentant comme eux une nervure saillante.

L'étude du mode d'émission des rachis secondaires nous révèle que cette nervure est vascularisée par des faisceaux homologues des faisceaux latéropostérieurs et latéromoyens des types précédents. On reconnaît facilement sur une section transversale les mêmes régions que chez le *Mimosa pudica*: deux plis externes, l'un antérieur, l'autre postérieur séparés par un pli interne (*pid*, *pig*).

Au niveau de l'émission des rachis latéraux, les faisceaux de la région antérieure qui vascularisent les faces droite et gauche se condensent en un ou deux faisceaux (*fig.* 195, A). Les sorties partent de ces faisceaux antérieurs et du sommet des plis externes antérieurs et postérieurs.

Nous n'avons pas cru devoir multiplier les exemples empruntés aux Mimosées, les variations de la structure de l'appareil conducteur foliaire étant peu étendues dans ce groupe. Elles sont de l'ordre suivant : chez le *Calliandra portoricencis* Benth., la chaîne foliaire est analogue à celle du *Mimosa pudica;* mais les faisceaux antérieurs se détachent incomplètement du reste de la chaîne dans le pétiole. Chez le *Tamarindus indica* Benth. et chez l'*Enterolobium Timbouva* Mart., l'anneau postérieur ne présente pas de plis internes; au sommet du pétiole du *Pithecolobium dulce* Benth., la chaîne se partage entre les deux rachis qui se détachent à ce niveau.

CONCLUSIONS
CONCERNANT L'ENSEMBLE DES LÉGUMINEUSES.

Les chaînes foliaires des représentants des diverses tribus de Légumineuses présentent entre elles de profondes analogies.

Dans cette famille, les chaînes à systèmes médullaires ne se rencontrent pas seulement, comme on l'avait d'abord pensé, chez certaines *Cœsalpiniées*, mais elles existent dans les trois tribus et coïncident généralement avec les structures florales que l'on considère comme primitives et peu différenciées : étamines en nombre indéterminé (*Swartzia*). carpelles nombreux (*Affonsea*), fruits drupacés et feuilles simples (*Bocoa*). L'étude des chaînes foliaires donne l'impression que les différentes tribus de Légumineuses proviennent de l'évolution dans trois directions d'un certain nombre de types très voisins. Les types les plus *simplifiés* sont ceux qui coïncident avec la différenciation la plus profonde en tant que *Papilionacées* (chaînes ouvertes et plissées).

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

Dans les diverses familles que nous nous sommes proposé d'étudier, on peut établir une sériation de types d'où se dégage l'impression que les aspects si divers de la chaîne foliaire se rattachent très naturellement les uns aux autres.

I. — Rosacées.

Chez les Rosacées, ces modifications de la chaîne portent sur son degré de continuité, sur l'accentuation ou l'atténuation des plissements latéraux, sur leur multiplication, sur la réduction de la portion de l'organe où ils sont visibles.

A. — *Chaînes dont l'arc postérieur est constitué par une masse libéroligneuse unique.*

Premier type. — La chaîne ne présente pas de plissements; elle est constituée par un arc libéroligneux unique sur le prolongement duquel se trouvent deux petits faisceaux antérieurs. Les faisceaux des nervures latérales les plus faibles se détachent du bord antérieur de ces derniers, ceux des nervures les plus fortes sont constitués par les faisceaux antérieurs et la région immédiatement contiguë de l'arc postérieur (exemple : *Sorbus Aria*) (*fig.* 196, I).

Deuxième type. — La chaîne présente de chaque côté deux régions plus saillantes constituées en arrière par les portions subterminales de l'arc postérieur (*plis externes*), en avant par la région médiane des faisceaux antérieurs (*régions marginales*). Les *sorties* se font comme dans le cas précédent. Les portions de chaîne qui séparent les plis externes des régions marginales (*plis internes*) sont entraînées au niveau de l'émission des nervures les plus importantes (exemple : *Sorbus torminalis*) (*fig.* 196, II).

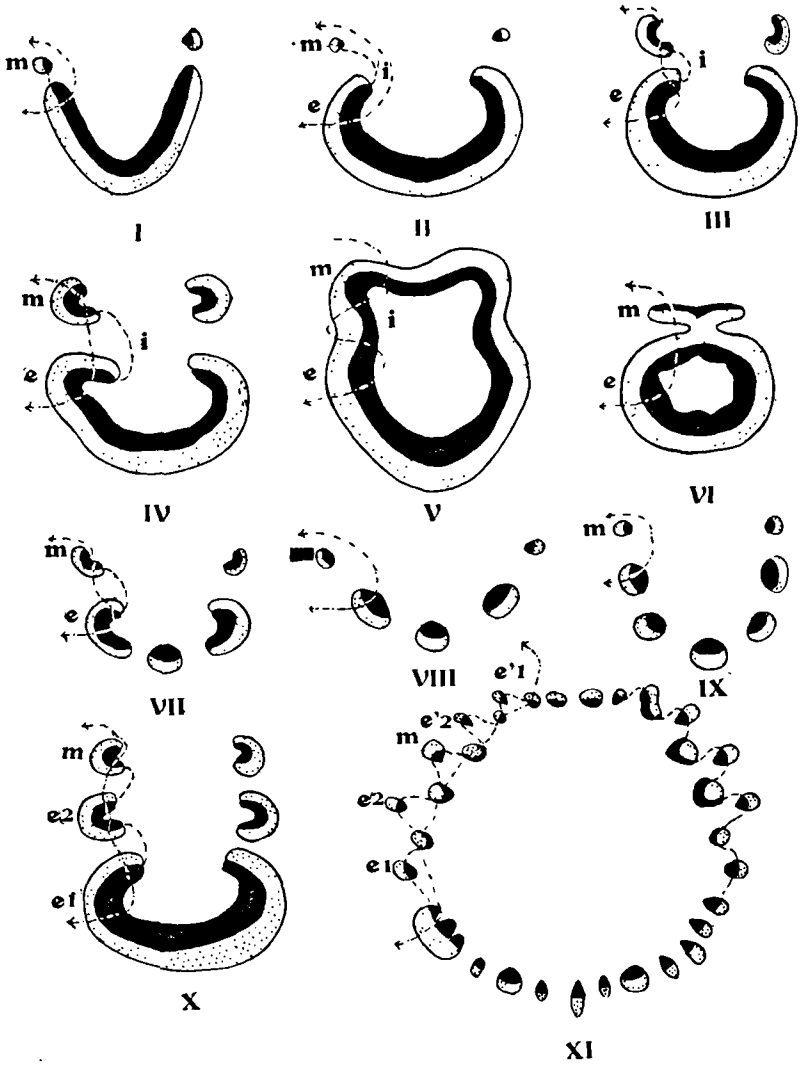


Fig. 196. — Principaux types de la chaîne foliaire chez les Rosacées : I, *Sorbus Aria*. — II, *Sorbus torminalis*. — III, *Sorbus hybrida*. — IV, *Sorbus Aucuparia*. — V, *Eriobotrya japonica*. — VI, *Holodiscus discolor*. — VII, *Spiræa Ulmaria*. — VIII. *Agrimonia Eupatoria*. — IX, *Sanguisorba canadensis*. — X, *Rubus Idæus*. — XI, *Spiræa Aruncus*. — Les lignes pointillées qui traversent les chaînes représentent la portion de la chaîne foliaire qui se rend dans la grosse nervure immédiatement supérieure : *m*, région marginale *i*, pli interne; *e*, pli externe.

Troisième type. — Les plissements sont plus accentués; le sommet des plis internes n'est pas entraîné, comme dans le cas précédent, par l'émission des grosses nervures latérales, mais demeure dans la nervure principale (exemple : *S. hybrida*) (*fig.* 196, III).

Quatrième type. — Les portions de chaîne situées en avant des régions marginales (*demi-arcs antérieurs droit et gauche*) demeurent dans le rachis principal après l'émission des nervures. La chaîne présente par ailleurs les mêmes caractères que le type précédent (exemple : *S. Aucuparia*) (*fig.* 196, IV).

Cinquième type. — La chaîne est continue: elle ne présente pas de solution de continuité dans la région des plis internes; les deux demi-arcs antérieurs se soudent. Les sommets des plis internes et l'arc antérieur ne sont pas entraînés par l'émission des grosses nervures (exemple : *Eriobotrya japonica*) (*fig.* 196, V).

Sixième type. — Les plis internes, très accentués, entrent en contact; la chaîne se rompt à ce niveau, les tronçons symétriques se soudent : d'où séparation de deux systèmes distincts, un anneau postérieur et une masse libéroligneuse horizontale (exemple : *Holodiscus discolor*) (*fig.* 196, VI).

B. — *Chaînes dont l'arc postérieur est représenté par des faisceaux distincts.*

Premier type. — La chaîne comprend deux faisceaux antérieurs symétriques et un arc postérieur constitué par trois faisceaux distincts. On peut y reconnaître les mêmes *plissements* que dans les types précédents; les plis internes demeurent dans le rachis après l'émission des folioles latérales. Un système assez complexe de faisceaux réparateurs maintient constante l'importance relative des diverses régions de la chaîne, depuis le pétiole jusqu'à la base de la foliole terminale (exemple : *Spiræa Ulmaria*) (*fig.* 196, VII).

Deuxième type. — La chaîne ne présente plus de plissements, ou des plissements à peine indiqués (le sommet du pli interne est entraîné, dans ce cas, par l'émission des folioles latérales). L'arc postérieur est généralement représenté par trois faisceaux (exemple : *Agrimonia Eupatoria*) (*fig.* 196, VIII).

Troisième type. — La chaîne ne présente pas de plissements ou des plissements à peine indiqués. L'arc postérieur est représenté par cinq faisceaux (exemple : *Sanguisorba canadensis*) (*fig.* 196, IX).

Le genre *Rosa* présente, suivant le niveau étudié, tantôt un arc postérieur formant une masse unique, tantôt trois faisceaux postérieurs distincts. Il semble donc intermédiaire entre nos séries A et B. D'une manière générale, la première renferme des types ligneux et à fruit charnu, la seconde des types herbacés à fruit sec.

C. — *Chaînes à plissements multiples et sensibles seulement dans la région d'émission des nervures.*

Premier type. — Au-dessous du niveau d'émission des folioles latérales, la chaîne présente de chaque côté trois régions plus saillantes (régions marginales *m*, premier et deuxième plis externes *e*1, *e*2), séparées par deux régions plus profondes (plis internes). Au moment de l'émission des nervures, ces dernières demeurent dans le rachis principal (exemple : *Rubus Idæus*). L'arc postérieur est constitué par une masse libéroligneuse unique (*fig.* 196, X).

Deuxième type. — De part et d'autre d'un pli moyen (externe ou interne), s'établit une série de plissements symétriques qui donnent l'impression qu'à une chaîne comparable à celle des *Rubus* serait ajoutée en avant une autre, analogue, qui en serait comme l'image vue dans un miroir (exemple : *Spiræa Aruncus*). L'arc postérieur est constitué par des faisceaux distincts (*fig.* 196, XI).

Il existe des termes de transition entre cette dernière catégorie de types et les précédentes : chez certains *Rubus*, la chaîne n'est pas plissée; chez d'autres, elle ne présente qu'une seule série de plis et possède donc la même structure que celles des types de la première catégorie (A). Au type *Aruncus* se rattachent les chaînes des *Sorbaria* dont les plissements sont réduits aux plis externe et interne; sauf l'existencce d'un arc antérieur qui ferme le système foliaire en avant, ces types rappellent ceux de la deuxième catégorie (B).

Notons que les *Rubus*, chez lesquels l'arc postérieur est continu, sont des types frutescents dont le fruit est une drupe, et que les Spirées de la section *Aruncus* sont des types herbacés à fruit sec.

On voit par ce qui précède que ce sont les plissements latéraux de la chaîne qui fournissent les caractéristiques des différents types. La chaîne des Rosacées, sauf chez les *Eriobotrya* et les Spirées des sections *Aruncus* et *Sorbaria*, ne présente pas d'arc antérieur bien développé.

II. — Chrysobalanées.

Chez les Chrysobalanées, les principales caractéristiques des types de chaînes sont fournies par les modifications que présente l'arc antérieur.

Premier type. — La chaîne est constituée par un anneau libéro-ligneux, en avant duquel se trouvent deux anneaux symétriques beaucoup plus réduits; l'arc antérieur présente une dépression à peine indiquée dans sa région médiane *Hirtella triandra* (*fig.* 197, I).

Deuxième type.—La chaîne est profondément déformée par l'invagination de l'arc antérieur (*Hirtella glandulosa*) (*fig.* 197, II).

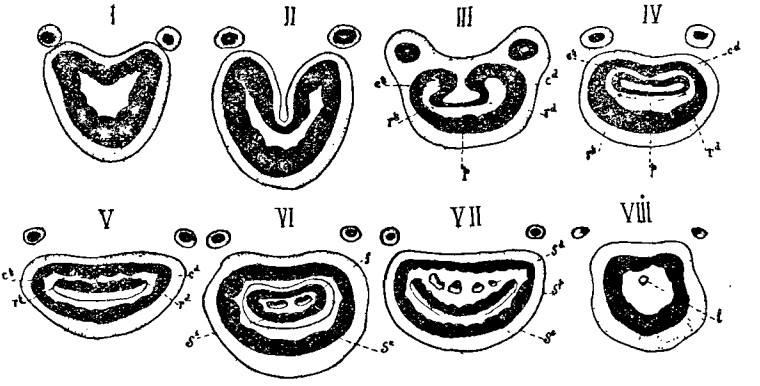


Fig. 197. — Principaux aspects de la chaîne foliaire chez les Chrysobalanées : I, *Hirtella triandra* Sw. — II, *Hirtella glandulosa* Spreng. — III, *Parinarium excelsum* Sabine : *p*, plateau; r^d, r^g, arêtes droite et gauche; c^d, c^g, crosses droite et gauche. — IV, *Licania parviflora* Benth; mêmes lettres. — V, *Moquilea guianensis* Aubl. — VI, *Moquilea sclerophylla* Mart, : s^c, système périphérique; s^l, système concentrique; *f*, faisceau intérieur. — VII, *Moquilea licaniæflora* Sagot. — VIII, *Chrysobalanus Icaco* L.; *l*, îlot libérien.

Troisième type. — La dépression de l'arc antérieur est encore plus développée par rapport aux autres parties de la chaîne : sa

région postérieure s'étend horizontalement, constituant un *plateau* (*fig.* 197, III, *p*) limité à droite et à gauche par deux *arêtes* (r^d, r^g), qui se relient au reste de l'arc antérieur par deux lignes courbes en forme de *crosses* (c^d, c^g). Le plateau est tapissé sur sa face interne par des fibres ligneuses; dans la concavité des crosses on trouve, outre les fibres ligneuses, des faisceaux du bois (exemple : *Parinarium excelsum*) (*fig.* 197, III).

Quatrième type. — Les *crosses* entrent en contact par leurs faces convexes; la continuité de la chaîne est rompue en ce point de contact, les tronçons symétriques se soudent; d'où la fermeture de la chaîne en avant et l'inclusion, à l'intérieur d'un anneau *périphérique*, d'une masse libéroligneuse (*masse médullaire*) à liber central et à bois périphérique, les éléments ligneux étant d'ailleurs répartis comme dans le cas précédent (exemple : *Licania parviflora*) (*fig.* IV).

Cinquième type. — Le massif médullaire qui se détache du reste de la chaîne par le même mécanisme que dans le type précédent ne présente d'éléments ligneux que sur sa face antérieure; il a, par suite, l'allure d'un faisceau unipolaire qui serait très élargi (exemple : *Licania heteromorpha*, *fig.* V).

C'est sur ce type que peuvent se produire les modifications suivantes :

α. Complication du système médullaire qui se dispose : ou suivant un anneau (*fig.* VI, *Moquilea sclerophylla* : s^i) concentrique à l'anneau périphérique (s^c) et renfermant à son tour un faisceau intérieur (*f*), ou suivant plusieurs arcs (s^a, s^p) à bois antérieur (*fig.* VII. *Moquilea licaniæflora*).

β. Réduction du système médullaire dont la masse vasculaire se divise en un certain nombre de faisceaux parfois très réduits; elle peut n'être représentée que par des îlots libériens (*fig.* VIII. *Chrysobalanus Icaco*).

Chez les Chrysobalanées, le système périphérique fournit en une région d'émission unique (région marginale) la majeure partie ou la totalité des éléments sortants. Quand le massif intérieur est suffisamment développé, il fournit les éléments de la face interne de la nervure émise. Si le massif intérieur est plus important encore, il contribue, de plus, après l'émission de la nervure, à combler la brèche qui en résulte pour le système périphérique.

III. — Légumineuses.

Les feuilles de la plupart des *Légumineuses*, possèdent à la fois un arc antérieur bien développé comme celles des *Chrysobalanées*, et des plissements latéraux comme celles des *Rosacées*. Leurs chaînes foliaires présentent soit des systèmes corticaux, soit des systèmes médullaires, soit, dans certains types, à la fois les uns et les autres suivant le niveau envisagé.

A. — *Cœsalpiniées.*

Premier type. — Les saillies latérales de la chaîne (pli externe et région marginale) sont faiblement marquées. L'arc antérieur est légèrement incurvé vers l'intérieur de l'organe (exemple : *Gymnocladus canadensis*) (*fig.* 198, I).

Deuxième type. — La majeure partie de l'arc antérieur, sauf ses portions les plus proches des régions marginales, est assez profondément rejetée vers l'intérieur de l'organe. Le pli externe est subdivisé en deux autres par un pli interne supplémentaire (exemple: *Gleditschia triacanthos*) (*fig.* 198, II).

Troisième type.— La chaîne foliaire présente très accusés les plis externes (*e*, *e'*) et internes (*i*, *i'*). L'arc antérieur, en son milieu, présente une portion horizontale assez courte (*plateau*, *p*) qui se relie aux régions marginales, droite et gauche (*m*, *m'*), par deux lignes courbes en forme de crosses (*c*, *c'*) (exemple : *Ceratonia siliqua*) (*fig.* 198, III).

Cet aspect de la chaîne foliaire se retrouve à la base du pétiole de beaucoup d'autres Cœsalpiniées, chez lesquelles le système fasciculaire se complique plus haut par suite des modifications qui caractérisent les types suivants.

Quatrième type. — A la base du pétiole, la forme de la chaîne est la même que dans le type précédent, mais les plissements latéraux sont faiblement indiqués ou très rapprochés des régions marginales. Plus haut, les crosses, droite et gauche (*c* et *c'*), entrent en contact par leur face convexe; la continuité de la chaîne est rompue en ce point de contact, les tronçons symétriques se soudent, d'où fermeture de la

chaîne en avant et inclusion d'une partie de l'arc antérieur sous forme de système *médullaire* (exemple : *Bauhinia reticulata*) (*fig.* 198, IV et V).

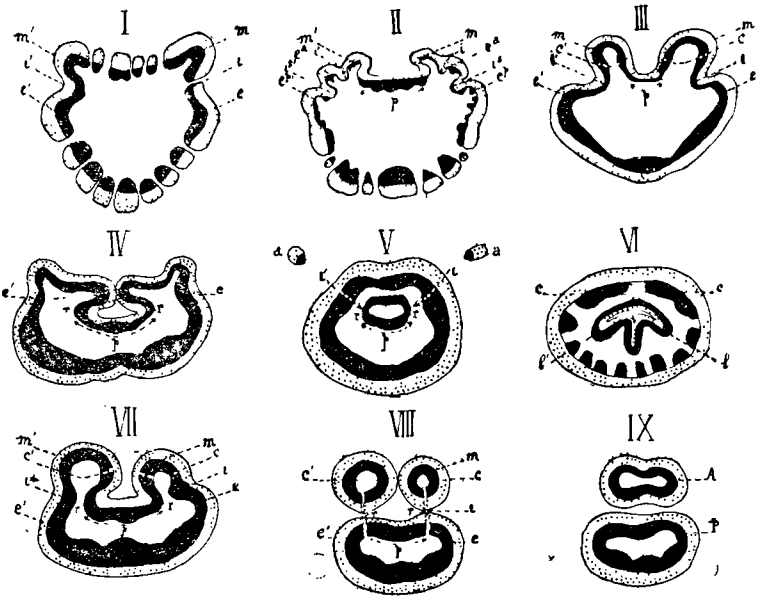


Fig. 198. — Principaux aspects de la chaîne foliaire chez les Légumineuses Cœsalpiniées : I. *Gymnocladus canadensis* Lamk. (sommet du pétiole); II, *Gleditschia triacanthos* L. (id.); III, *Ceratonia siliqua* L. (id.); IV, V, *Bauhinia reticulata* D. C. (id., série ascendante de coupes dans le pétiole); VI, *Hymenæa coriacea* Mart. (sommet du pétiole); VII, VIII, IX, *Cercis siliquastrum* L. (série ascendante de coupes dans le pétiole). — Le bois a été figuré par une teinte noire uniforme, le liber par un pointillé; *m*, *m'*, régions marginales, droite et gauche; *e*, *e'*, plis externes; *i*, *i'*, plis internes; *is*, *is'*, plis internes supplémentaires partageant les plis externes en plis externes antérieurs (*ea*, *ea'*) et plis externes postérieurs (*ep*, *ep'*); *p*, plateau; *r*, *r'*, arêtes du plateau; *c*, *c'*, crosses; A, anneau antérieur; P, anneau postérieur; *a*, *a'*, faisceaux antérieurs; *l*, *l'*, expansions latérales du système intérieur.

A la base du pétiole, se détachent fréquemment deux faisceaux antérieurs *a* et *a'* qui reprennent leur position primitive au sommet de l'organe.

Chez le *Bauhinia diphylla*, le parcours des masses vasculaires est le même que pour le type précédent; mais les plis internes se forment vers la région supérieure du pétiole (suivant les flèches *i*, *i'* de la

figure 198, V) et se soudent au système intérieur. La chaîne est alors constituée par deux anneaux superposés, l'un postérieur, l'autre antérieur (cortical).

Le système médullaire peut présenter des expansions très développées (*fig.* 198, VI, *l*, *l'*) qui vont constituer les systèmes médullaires des folioles (exemple : *Hymenæa coriacea*).

Cinquième type. — Les plissements latéraux et l'invagination de l'arc antérieur sont simultanément très accentués. Les boucles symétriques limitées chacune par le pli interne (*i*, *i'*) et l'arête correspondante (*r*, *r'*) du plateau se détachent sous forme d'anneaux fermés (*fig.* 198. VII et VIII). Ces anneaux restent indépendants chez le *Copahifera Langsdorfii;* chez les Cassia. ils sont réduits à un arc de cercle qui représente leur bord externe; dans le *Cercis siliquastrum*, ces anneaux se rapprochent peu au-dessus du niveau où ils se sont détachés du reste de la chaîne et s'unissent, dans le plan de symétrie de l'organe, en un anneau unique.

Dans certaines feuilles de *Cercis siliquastrum* on constate, sur un espace assez court, l'existence de faisceaux médullaires provenant du fait suivant : les régions correspondant aux anneaux antérieurs symétriques se soudent avant de s'être entièrement détachées du reste de la chaîne. D'autre part, la structure des feuilles du *C. siliquastrum* varie avec la région de l'arbre où elles se sont développées, celles qui proviennent des rameaux dressés sont symétriques, elles présentent la structure décrite plus haut; sur d'autres rameaux, les limbes des feuilles sont étalés horizontalement; le pétiole de ces feuilles possède une chaîne asymétrique : un seul anneau se forme alors, celui qui se trouve du côté externe [1].

Sixième type. — L'arc antérieur est très réduit, les régions marginales symétriques tendent à se fusionner (*Cœsalpinia*).

B. — *Papilionacées.*

Premier type. — A la base du pétiole, l'arc antérieur présente quatre saillies vers la face supérieure (*fig.* 199, I *a*). Plus haut, ces

---

[1] Les feuilles étant étalées horizontalement, il y a lieu de distinguer dans le limbe un côté interne plus rapproché de la tige qui est moins développé et un côté externe plus éloigné de la tige qui est plus développé.

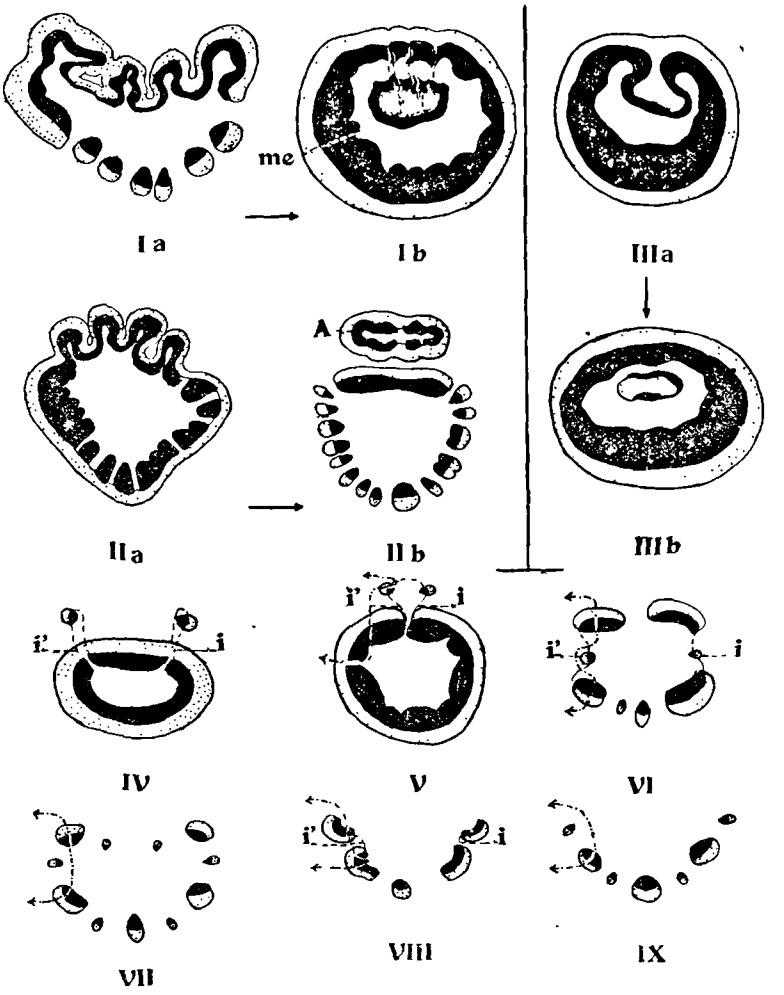


Fig. 199. — Principaux aspects de la chaîne foliaire chez les Légumineuses-Papilionacées. : I, *Swartzia tomentosa* : I *a*, base du pétiole; I *b*, région moyenne. — II, *Ormosia macrophylla* : II *a*, base du pétiole, II *b*, région moyenne. — III, *Bocoa edulis* : III *a*, base du pétiole; III *b*, région moyenne. — IV, *Sophora japonica*, région moyenne du pétiole. — V, *Robinia pseudo acacia*, base du pétiole. — VI. *Onobrychis sativa* (région moyenne du pétiole). — VII, *Faba vulgaris* (id.). — VIII, *Anthyllis vulneraria* (id.). — IX, *Scorpiurus subvillosa* (id.). — Les lettres ont la même signification que dans la figure 196.

saillies entrent en contact par leurs portions contiguës, la chaîne se rompt suivant ces points de contact, d'où l'inclusion de trois massifs médullaires à liber central et à bois périphérique qui bientôt se fusionnent en un seul (*fig.* 199, I *b*) (exemple : *Swartzia tomentosa*).

Deuxième type. — On remarque à la base du pétiole quatre saillies (*fig.* 199, II *a*) comme dans le cas précédent, mais elles se détachent sous forme d'anneaux fermés corticaux qui bientôt se fusionnent en un anneau antérieur (*fig*: 199, II *b*) (exemple : *Ormosia macrophylla*).

Troisième type. — L'arc antérieur présente à la base du pétiole deux expansions (*fig.* 199, III *a*) qui s'unissent par leurs faces convexes contiguës et donnent naissance à un massif médullaire (*fig.* 199, III *b*) (cas comparable au premier type) (exemple : *Inocarpus edulis*).

Quatrième type. — Dans le pétiole, l'arc antérieur présente, à ses extrémités, deux saillies qui se détachent sous forme de faisceaux corticaux antérieurs [1] (cas comparable au deuxième type) (exemple : *Sophora japonica* (*fig.* 199, IV). Inversement, chez le *Virgilia lutea*, le rachis principal ne présente que deux points d'émission symétriques; les faisceaux corticaux ne se différencient que dans les pétiolules des folioles.

Cinquième type. — Les faisceaux corticaux se détachent de la région médiane de l'arc antérieur, puis se localisent dans les ailes latérales du pétiole. L'anneau postérieur présente un certain nombre de faisceaux plus ou moins faciles à distinguer selon que la plante étudiée est herbacée ou ligneuse (faisceau médian, faisceaux intermédiaires, latéropostérieurs, latéromoyens) (exemple : *Robinia pseudo acacia*) (*fig.* 199, V). Chez les *Phaséolées*, les faisceaux antérieurs sont renforcés ou remplacés, après l'émission des folioles, par des fascicules détachés de la région médiane de l'arc antérieur. Chez les *Caragana*, les faisceaux antérieurs peuvent être très réduits (*C. Altagana*) ou ne pas se différencier (*C. frustescens*). La chaîne est

---

[1] Les faisceaux corticaux et les régions latérales du système postérieur constituent deux points d'émission distincts de chaque côté de la chaîne.

alors réduite à un anneau plus ou moins fermé présentant deux points d'émission symétriques.

Sixième type. Les éléments de la chaîne sont disposés suivant un anneau fermé présentant au niveau des folioles latérales de chaque côté un pli externe, un pli interne et une région marginale (exemple : *Astragalus glycyphyllos*) (*fig.* 199, VI). Ces plissements peuvent se multiplier (*Galega officinalis*), ils peuvent aussi disparaître (*Viciées*) (*fig* 199, VII .

Septième type. — La chaîne ne présente plus d'arc antérieur, mais elle possède soit une série de plissements (*Medicago Anthyllis*) (*fig.* 199, VIII) soit deux séries de plissements latéraux (*Trifolium*).

Huitième type. - - La chaîne ne présente ni arc antérieur ni plissements latéraux (*Scorpiurus subvillosa*) (*fig.* 199, IX).

C. — *Mimosées.*

Premier type. — Un massif médulllaire se différencie comme chez les Chrysobalanées (*Affonsea bullata*).

Deuxième type. — A la base du pétiole, se détachent, des extrémités de l'arc antérieur, deux faisceaux corticaux. L'anneau postérieur présente, au niveau des ramifications latérales, un pli interne supplémentaire qui subdivise la région du pli externe en deux autres; le sommet de ce pli interne, rejeté vers l'intérieur de l'organe, constitue sur un certain parcours un faisceau médullaire (exemple : *Mimosa pudica*).

Certaines feuilles d'Acacia (*A. Hanburyana*) bien que presque réduites à l'état de phyllodes présentent parfois, encore très nettes, les mêmes régions que le *Mimosa pudica*.

Les trois tribus des *Légumineuses* présentent donc des types à faisceaux médullaires rappelant ceux des *Chrysobalanées*. Ils correspondent à des formes moins différenciées, soit faiblement zygomorphes (*Bauhinia*), soit à étamines nombreuses (*Swartzia*), soit possédant plusieurs carpelles (*Affonsea*). Les types les plus différenciés présentent au contraire une chaîne foliaire simplifiée.

D'une manière générale chez les *Rosacées*, les chaînes foliaires sont dépourvues d'arc antérieur ou leur arc antérieur est très réduit (sauf dans les genres *Aruncus*, *Sorbaria*, *Eriobotrya*), mais elles présentent fréquemment des plissements latéraux.

Chez les *Chrysobalanées*, l'arc antérieur est très développé et donne fréquemment naissance à des massifs médullaires complexes.

Les *Légumineuses* présentent (sauf chez certains types) un arc antérieur très développé dont peut dépendre, chez quelques formes, un système médullaire; elles possèdent, de plus, des plissements latéraux comme les Rosacées; l'existence de faisceaux corticaux y est très fréquente.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

En ce qui concerne la *structure de l'appareil conducteur des feuilles* en général, deux séries de remarques résultent des recherches que nous venons d'exposer : les unes se rattachent à l'unité profonde qu'elle présente, en dépit de ses aspects si divers; les autres portent sur les relations qui existent entre ses variations et certains autres caractères morphologiques.

1° L'appareil conducteur foliaire paraît être essentiellement constitué par une chaîne plissée : on peut facilement passer des chaînes plissées aux chaînes à faisceaux corticaux ou à faisceaux médullaires. Dans une même feuille, l'appareil vasculaire peut présenter successivement des faisceaux corticaux et des faisceaux médullaires.

Les notions de système principal ou essentiel et de systèmes accessoires paraissent des moyens d'exposition commodes mais artificiels, qui doivent être rejetés. Quel que soit le retard que l'on puisse constater dans la différenciation de la région antérieure de la chaîne, rien ne vient confirmer l'hypothèse que son origine soit toute différente de celle des autres parties de la chaîne. Les faits opposés jadis à M. Bouygues par M. Col gardent toute leur force.

2° La forme des chaînes plissées et des chaînes qui en dérivent est sous la dépendance immédiate du mode d'émission des sorties, les saillies qu'elles présentent correspondent aux points d'où se détachent les faisceaux des ramifications latérales.

3° Dans les cas où la chaîne est régulièrement circulaire ou disposée suivant un arc ouvert, les plissements qu'elle montre brusquement au niveau de l'émission des ramifications latérales sont comparables aux plissements permanents des chaînes précédentes, quelle que soit l'inclinaison ou la complexité du parcours des faisceaux.

4° Les chaînes où les plissements n'apparaissent en aucun point sont reliées par une série de formes de transition aux chaînes plissées.

5° Dans l'intervalle compris entre l'émission de deux grosses nervures, l'appareil vasculaire présente en section transversale sensiblement le même aspect pour un type donné, soit parce que les différentes régions de la chaîne s'épuisent simultanément en donnant les faisceaux des ramifications latérales, soit parce qu'il existe des faisceaux réparateurs, qui maintiennent constante la valeur relative des diverses régions; ces faisceaux réparateurs proviennent, en dernière analyse, du faisceau médian. A la région supérieure de la feuille, les faisceaux réparateurs ne se forment plus.

6° Il est possible de mettre en évidence, chez certains types, l'existence de deux surfaces de symétrie rectangulaires (*Aruncus*). Ces types présentent par ailleurs des caractères primitifs.

7° D'une manière générale, les chaînes les plus complètes possédant un arc antérieur très développé, des systèmes corticaux ou des systèmes médullaires se rencontrent chez les types considérés, au point de vue systématique, comme les plus simples, c'est-à-dire chez ceux ou l'organisation florale paraît le moins complexe. Chez les types que l'on considère généralement comme plus évolués (types à ovaire infère par exemple), l'appareil conducteur se simplifie et tend à se réduire à un arc non plissé.

Cette remarque s'applique non seulement, comme nous en avons donné de nombreux exemples, à l'intérieur d'une même famille, à ses différents genres, mais souvent aussi aux familles considérées dans leur ensemble et envisagées comparativement. Les *Légumineuses*, qui ne présentent pas une coalescence des divers verticilles (notamment du calice et de la corolle) aussi marquée que les *Rosacées*, possèdent généralement un arc antérieur bien développé, sauf chez les formes les plus différenciées. Les Rosacées, qui renferment des types à ovaire infère, n'ont pas, en général, d'arc antérieur très développé.

8° Les relations entre la forme extérieure des feuilles et la structure de la chaîne ne sont sensibles qu'à l'intérieur d'un genre donné (nous avons montré que les variations de la forme des feuilles des Sorbiers sont étroitement liées à la structure de la chaîne : celle-ci est d'autant plus fortement plissée que les découpures du limbe sont plus profondes). Pourtant, d'une manière générale, à part des

exceptions (*Cercis*, *Bauhinia*, etc.), les feuilles composées possèdent des systèmes corticaux, les feuilles simples à nervures camptodromes possèdent des systèmes médullaires, dans les cas où la chaîne tend à se compliquer.

9° Il existe une relation entre les caractères de la chaîne et le degré de persistance des feuilles envisagées. Dans les types à feuilles persistantes, les fibres abondent, les vaisseaux sont très peu nombreux; il semble que la diminution du nombre des éléments est compensée par leur multiplication, d'où le développement plus grand de la chaîne dans les types à feuilles persistantes que dans les types voisins à feuilles caduques (*Eriobotrya*, *Photinia*, les *Chrysobalanées*, *Ceratonia*, etc.).

10° Les rapports entre le développement des tissus conducteurs dans la tige et dans la feuille ont été signalés déjà par M. Petit; d'après cet auteur, aux types herbacés correspondent des chaînes à faisceaux distincts; aux types ligneux, des chaînes continues. Nous avons montré que, chez les Rosacées, l'arc postérieur était représenté par trois à cinq faisceaux distincts chez les types herbacés, au lieu de rester simple comme chez les types ligneux. Cette relation est moins nette chez les Légumineuses : les feuilles de certains arbres (*Gymnocladus*) possèdent des chaînes à faisceaux distincts et juxtaposés et celles de certains arbustes (*Colutea*, *Caragana*), des chaînes à faisceaux nettement distincts.

Au point de vue systématique, il existe des rapports incontestables entre les chaînes foliaires des *Rosacées* et celles des *Légumineuses*. Les affinités des *Chrysobalanées* et des *Rosacées*, envisagées à ce point de vue, ne paraissent pas plus étroites que celles qui existent entre les *Rosacées* et les *Légumineuses*. Dans les trois tribus de *Légumineuses*, et dans les types les moins différenciés de ces tribus, on constate la présence de systèmes médullaires analogues à ceux des *Chrysobalanées*.

Contrairement à l'opinion exprimée par M. Petit, il existe entre le groupe de famille que nous venons d'étudier et les *Saxifragacées* [1] des analogies très grandes dans la structure des chaînes foliaires; ces analogies sont très nettes non seulement entre les *Spirées* de la

---

[1] Morvillez, *L'appareil conducteur des feuilles des Saxifragacées* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 167, 1918, p. 355).

section *Aruncus* et les *Hoteia* et, par là, les *Saxifrages* de la section *Bergenia*, mais encore entre les types à ovaire infère des deux séries. D'autres types de Saxifragacées (*Bréxiées*) rappellent beaucoup les Légumineuses.

On voit que les caractères respectifs des chaînes foliaires des différents types sont en parfaite harmonie avec la place que la Systématique leur assigne.

Vu et approuvé :
Lille, le 17 février 1919.
Le Doyen,
B.-C. DAMIEN.

Vu et permis d'imprimer :
Lille, le 19 février 1919.
Le Recteur de l'Académie,
G. LYON.

BIBLIOGRAPHIE.

TRÉCUL, *Formation morphologique des feuilles* (*Ann. Sc. nat. Bot*, 3e série, t. XX, 1853, p. 183 et 236).

C. DE CANDOLLE, *Théorie de la Feuille* (*Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*, mai 1868).

GUILLARD, *Une lacune grave en Anatomie végétale* (*Bulletin Soc. bot. de France*, t. XVII, 1870, p. 81 et 46; *Ann. des Sc. nat. bot.*, 5e série, t. XVIII, 1870).

VAN TIEGHEM, *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires* (*Ann. sc. nat. Bot.*, 5e série, t. XIII, 1871, p. 5 .

JOHANNES CHATIN, *De la Feuille* (*Thèse d'Agrégation de Pharmacie*, Paris, 1874).

DE LANESSAN, *Observation sur la disposition des faisceaux fibrovasculaires dans les feuilles* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. LXXVIII, 1874, p. 891).

C. DE CANDOLLE, *Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones* (*Mém. de la Soc. de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXVI, 1879).

C.-E. BERTRAND, *Définitions des membres des plantes vasculaires* (*Archives botaniques du nord de la France*, 1880, p. 5).

TRÉCUL, *Ordre d'apparition des premiers faisceaux dans les organes aériens* (*Ann. des Sc. nat.*, 6e série, t. XII, 1881, p. 251).

R. GÉRARD, *L'Anatomie végétale appliquée à la classification*. Thèse d'agrég. pharmacie, 1884.

VAN TIEGHEM et DOULIOT, *Sur la polystélie* (*Ann. des Sc. nat.*, 7e série, t. III, 1886, p. 5).

PLITT, *Blattstiel der Dicotylen*, *Diss. Marburg*, 1886.

LIGNIER, *Anatomie des Calycanthées, Mélastomacées et des Myrtacées* (*Thèse sc.*, Paris, et *Archives bot. du nord de la France*, 1887).

L. PETIT, *Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie* (*Thèse doct. Sc.*, Paris, 1887).

FRITSCH, *Anatomisch-systematische Studien über die Gattung Rubus* (*Sitzungsberichte der mathematischen-naturwissenschaflichen Classe der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien*. Bd XCV, Abt. I, 1887, p. 236).

O. LIGNIER, *De l'importance du système libéroligneux foliaire en Anatomie végétale* (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CVII, 1888, p. 409).

O. LIGNIER, *De la forme du système libéroligneux foliaire chez les Phanérogames* (*Bull. Soc. Lin. de Normandie*, 4e série, t. III, 1889, p. 14 à 26 et 177 à 187).

L. PETIT, *Nouvelles recherches sur le pétiole des Phanérogames* (*Ac. Soc. Lin. de Bordeaux*, 1889, p. 11 à 50, 4 planches).

O. Lignier, *Anatomie des Lécythidacées* (*Bull. scientifique du nord de la France et de la Belgique*, t. XXI, 1890, p. 289-420).

Protits, *Vergleichend-anatomische Untersuchung über die vegetations organe der Kerrien, Spiraeen und Potentilleen* (*Sitzungsberichte der mathematischen-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien*. Bd C, Ath. I, 1891, p. 236).

Küster, *Die anatomischen Charactere der Chrysobalanen* (*Botanische Central blatt*. Bd LXIX, 1897, p. 46, 97, 126 161, 193, 224).

A. Chatin, *Sur le nombre et la symétrie des faisceaux libéroligneux du pétiole dans leur rapport avec le perfectionnement des espèces végétales* (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XLIV, 3e série, 1897, p. 16 ; 1898, p. 137, 145, 165, 241, 310).

Solereder, *Systematische Anatomie der Dicotyledonen*. Stuttgart, 1899.

G. Bonnier, *Sur la différenciation vasculaire de la feuille et de la tige* (*C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXI, 1900, p. 1281).

Flot, *Sur l'origine commune des tissus dans la feuille et dans la tige des Phanérogames* (*C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXI, 1900, p. 1321).

Bouygues, *Sur la polystélie du pétiole du genre Alchemilla* (*Extrait des procès-verbaux de la Soc. linn. de Bordeaux*, t. LV, p. LVIII) et série d'observations sur la structure de divers pétioles dans le même volume.

Bouygues, *Sur l'origine corticale de certains méristèmes vasculaires dans le pétiole* (*Extrait des procès-verbaux de la Soc. scient. de Bordeaux*, t. LV, 1901).

Ledoux, *Anatomie comparée des organes foliaires chez les Acacias* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. CXXXII, 1901, p. 722).

Bouygues, *Sur l'origine et la différenciation des systèmes vasculaires du pétiole* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. CXXXIV, 1902, p. 438).

A. Col, *Relations entre les faisceaux médullaires et les faisceaux normaux* (*Journal de Botanique*, t. XLI, n° 7).

Bouygues, *Structure, origine et développement de certaines formes vasculaires anormales du pétiole des Dicolylédones* (*Thèse Sc.*, Paris, 1902).

Chauveaud, *La théorie des phytons chez les Gymnospermes* (*C. R. Acad. Sc.* Paris, t. CXXXV, 1902, p. 910-912).

Ledoux, *Recherches sur la régénération expérimentale des feuilles chez les Légumineuses* (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 8e série, 1903, p. 279).

Brüntz, *Les théories morphologiques concernant la structure primaire de la tige des Phanérogames; leur critique* (*Bull. sc. des Sciences de Nancy*, t. IV, 1903, p. 228).

Col, *Sur l'interprétation de la disposition des faisceaux dans le pétiole et la feuille des Dicotylédones* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. CXXXVI, 1903, p. 516).

Bouygues, *Existence et extension de la moelle dans le pétiole des Phanérogames* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris. t. CXXXVI, 1903, p. 771).

Col, *Recherches sur la disposition des faisceaux dans la tige et les feuilles de quelques Dicotylédones* (*Ann. des Sc. naturelles. Botanique*, 8e série, 1904, t. XX).

O. Lignier, *Essai sur l'évolution morphologique du règne végétal* (*Assoc. française*, Clermont, 1908,p. 540-542).

P. Bertrand, *Études sur la fronde des Zygoptéridées*. Lille, Th. Sc., 1909.

LIGNIER, *Ce qu'il faut entendre par le mériphyte* (*Bull. Soc. bot. de France*, t. LVIII, 1911, p. 7-9).

LIGNIER, *Organisation progressive du parcours des faisceaux libéroligneux dans le mériphyte des Phyllinées* (*Bull. Soc. bot. de France*, t. LVIII, 1911, p. 29-32).

LIGNIER, *Essai sur les transformations de la stèle primitive dans l'embranchement des Phyllinées* (*Bull. Soc. bot. de France*, t. LVIII, 1911, p. LXXXVII-XCIII).

LIGNIER, *Essai sur l'évolution morphologique du règne végétal* (*Bull. Soc. lin. de Normandie*, 6e série, t. III, 1911, p. 35-62).

F. MORVILLEZ, *Contributions à l'étude de quelques-uns des principaux types foliaires de la famille des Salicinées* (*Bulletin Soc. linnéenne du N. de la France*, t. XXI, 1912, p. 115-138; 19 figures).

F. MORVILLEZ, *La trace foliaire des Rosacées* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 165, 1917, p. 597).

F. MORVILLEZ, *La trace foliaire des Chrysobalanées* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 166, 1918, p. 859).

F. MORVILLEZ, *La trace foliaire des Légumineuses-Cœsalpiniées* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 167, 1918, p. 205).

F. MORVILLEZ, *L'appareil libéroligneux foliaire des Saxifragacées* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 167, 1918, p. 255).

F. MORVILLEZ, *L'appareil conducteur foliaire des Légumineuses : Papilionacées et Mimosées* (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 168, 1919, p. 787).

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Introduction 1

L'ANATOMIE DE L'APPAREIL CONDUCTEUR DES FEUILLES CHEZ LES DICOTYLÉDONES : I. Travaux purement descriptifs. — II. La feuille considérée comme membre fondamental de la plante.—III. La feuille considérée comme un axe transformé 3

TRAVAUX RELATIFS A L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES ROSACÉES ET DES LÉGUMINEUSES 17

ORIENTATION ET TERMINOLOGIE. — NOTATIONS EMPLOYÉES POUR LES FIGURES. — REMARQUES IMPORTANTES 21

PREMIÈRE PARTIE.

L'APPAREIL CONDUCTEUR DES FEUILLES DES ROSACÉES.

CHAPITRE I. — Chaînes à arc postérieur continu 23

SORBUS. — Premier exemple : *S. Aria* Crantz. — Deuxième exemple : *S. torminalis* Crantz. — Troisième exemple : *S. hybridra* L. — Quatrième exemple : *S. Aucuparia* L. 23

TYPES DE STRUCTURE SE RATTACHANT A CEUX DES SORBIERS. — I. Chaînes non plissées. — II. Chaînes faiblement plissées : *Photinia serrulata* Lindl. — III. Chaîne continue : *Eriobotrya japonica* Lindl. — IV. Chaîne fortement plissée : *Holodiscus discolor* Maxim.. 34

CHAPITRE II. — Chaînes à arc postérieur discontinu 41

SPIRÆA ULMARIA L. 41

TYPES DE STRUCTURE SE RATTACHANT A L'ULMAIRE : I. *Spiræa Filipendula* L. — II. *Potentilla Anserina* L. — III. *Rosa cinnamonea* L... 48

CHAINES FOLIAIRES A PLISSEMENTS PEU ACCENTUÉS OU NULS ET A FAISCEAUX DISTINCTS : *Agrimonia odorata* Mill. — *Geum urbanum* L. — *Sanguisorba canadensis* L. — Appendice : *Alchemilla arvensis* Scop.. 54

CHAPITRE III. — Chaînes à plissements multiples 63

RUBUS : Rapports entre la tige et la feuille. — Caractères différentiels des types de structure. — Premier cas : la chaîne ne présente pas de plissements (*R. spectabilis* Pursh, *R. sorbifolius* Maxim). — Deuxième cas : la chaîne présente un pli interne de chaque côté (*R. Parkeri*

Pages.

Hans). Troisième cas : la chaîne présente deux plis internes de chaque côté (*R. Idæus* L., *R. platyphyllos* Weihe) 63

ARUNCUS : Formation de la chaîne à partir des faisceaux venant de la tige. Structure du rachis principal dans la région d'émission des rachis latéraux. Aspect de la chaîne dans la région moyenne des différents mériphylles 73

SORBARIA (*Spiræa sorbifolia* A. Br.) 82

Conclusions concernant les Rosacées 83

DEUXIÈME PARTIE.

L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES CHRYSOBALANÉES.

Hirtella triandra Sw. — *Hirtella glandulosa* Spreng. — *Parinarium excelsum* Sabine. — *Parinarium polyandrum* Benth. — *Licania leptostachya* Benth. — *Licania micrantha* Miq. — *Licania parviflora* Benth. — *Licania heteromorpha* Benth. — *Moquilea sclerophylla* Mart. *Moquilea licaniæflora* Hoock. — *Chrysobolanus Icaco* L. — Conclusion 84

TROISIÈME PARTIE.

L'APPAREIL CONDUCTEUR FOLIAIRE DES LÉGUMINEUSES.

CHAPITRE I. — Les chaînes foliaires des Légumineuses-Cœsalpiniées .. 100

I. LES CHAINES PLISSÉES : 1. *Gymnocladus canadensis* Lamk. — 2. *Gleditschia triacanthos* L. — 3. *Copahifera siliqua* L. 100

II. LES CHAINES A ANNEAUX CORTICAUX : 1. *Copahifera Langsdorfii* Desf. — 2. *Cassia marylandica* L. — 3. *Sclerolobium aureum* Baill. 4. *Cercis siliquastrum* L. 103

III. CHAINES A FAISCEAUX MÉDULLAIRES : *Bauhinia reticulata* D. C. *Bauhinia porrecta* Sw. — *Bauhinia diphylla* Buch Ham. — *Hymenæa coriacea* Mart. 110

IV. CHAINES A ARC ANTÉRIEUR TRÈS RÉDUIT OU NUL 116

CONCLUSIONS 17

CHAPITRE II. — L'appareil conducteur des feuilles des Légumineuses Papilionacées 119

SWARTZIÉES : *Swartzia tomentosa* D. C. 119

DALBERGIÉES : *Bocoa edulis* Baill. 121

SOPHORÉES : *Ormosia macrophylla* Benth. — *Diplotropis guyanensis* Benth. — *Sophora japonica* L. — *Virgilia lutea* Michx fils 122

GÉNISTÉES : *Adenocarpus*. — *Cytisus Laburnum* L. — *Cytisus capitatus* Scop. — *Cytisus nigricans* L. — *Ulex europæus* L. — *Lupinus perennis* L. 126

PODALYRIÉES : *Anagyris fœtida* L. — *Thermopsis fabacea* D. C. 131

Pages.

LOTÉES : *Medicago falcata* L. — *Trifolium hybridum* L. 132

ASTRAGALÉES : 1. Chaînes à faisceaux antérieurs : *Robinia pseudoacacia* L. —. *Amorpha fruticosa* L. — *Indigofera Dosua* Wall. — *Glycyrrhiza globra* L. — *Caragana Altagana* Poir. — 2. Chaînes réduites au système postérieur : *Caragana frutescens* Mevic. — *Colutea arborescens* L. — 3. Chaînes fermées présentant au-dessous des points d'émission des folioles une série de plissements : *Galega officinalis* L. — *Astragalus glycyphyllos* L. — 4. Chaînes ouvertes et plissées : *Anthyllis Vulneraria* L. 133

PHASÉOLÉES : *Phaseolus vulgaris* L. — *Apios tuberosa* Mœnch. — *Wistaria sinensis* L. 142

HÉDYSARÉES : *Onobrychis sativa* Lam. — *Coronilla varia* L. — *Ornithopus compressus* L. — *Scorpiurus subvillosa* L. 145

VICIÉES : *Pisum sativum* L. — *Orobus vernus* L. — *Faba vulgaris* Moench 148

CONCLUSIONS CONCERNANT LA TRIBU DES PAPILIONACÉES 152

CHAPITRE III. — L'appareil conducteur des feuilles des Légumineuses Mimosées 154

Affonsea bullata Benth. — *Mimosa pudica* L. — *Acacia Hanburyana* Hort. Winter 154

Conclusions concernant l'ensemble des Légumineuses 158

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

I. ROSACÉES : A. Chaînes dont l'arc postérieur est constitué par une masse libéroligneuse unique. — B. Chaînes dont l'arc postérieur est représenté par des faisceaux distincts. — C. Chaînes à plissements multiples et sensibles seulement dans la région d'émission des nervures 159

II. CHRYSOBALANÉES 163

III. LÉGUMINEUSES : A. *Cœsalpiniées*. — B. *Papilionacées*. — C. *Mimosées* 165

Conclusions générales 172

BIBLIOGRAPHIE 176

SECONDE THÈSE.

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

ZOOLOGIE. La sexualité chez les Protozoaires.

GÉOLOGIE. Le charbon. Classement des divers charbons et causes de leurs différences.

Vu et approuvé :
Lille, le 17 février 1919.
LE DOYEN,
B.-C. DAMIEN.

Vu et permis d'imprimer :
Lille, le 19 février 1919.
LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE,
G. LYON.

59815 Paris. — Imp. GAUTHIER-VILLARS et Cie, quai des Grands-Augustins, 55.